

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Iug Lopes¹, José Aliçandro Bezerra da Silva², Welson Lima Simões³, Eduardo Souza Costa Barros⁴, Francisco Max Fernandes do Nascimento⁵, Magno do Nascimento Amorim⁶

RESUMO

Devido a competitividade da cana-de-açúcar irrigada e ao elevado custo para o cultivo, o manejo eficiente torna-se um fator preponderante para sustentabilidade das propriedades. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das formas de aplicação de bioestimulante no crescimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar no semiárido brasileiro. O experimento foi conduzido em viveiro aberto, localizado na Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 3 x 5, sendo três formas de aplicação do bioestimulante: a) Via pulverização do colmo nas covas de plantio, b) Via sistema de irrigação tipo gotejamento e c) Via pulverização foliar, nas primeiras emergências foliares; e cinco doses de bioestimulante Stimulate[®]: 0; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 L ha⁻¹, com 6 repetições. Foram avaliados os parâmetros referentes à morfologia das plantas e as variáveis tecnológicas: teor de sólidos solúveis; teor de sacarose; fibra industrial na cana-de-açúcar; pureza do caldo; percentagem de açúcar aparente; açúcares totais recuperáveis. Apesar da aplicação de bioestimulante na dose de 0,82 L ha⁻¹ promover melhor produção de massa de colmos, as três formas de aplicação não foram efetivas no aumento na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum*, fitohormônio, VAT 90212.

APPLICATION OF BIOSTIMULANT VIA IRRIGATION BY DRIPPING IN THE PRODUCTION OF SUGAR CANE

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: iuglopes@hotmail.com

² Docente do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil. E-mail: alissandrojbs@gmail.com

³ Pesquisador, EMBRAPA Semiárido, Petrolina, Pernambuco, Brasil. E-mail: welson.simoies@embrapa.br

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil. E-mail: barros-eduardo2005@hotmail.com

⁵ *In memoriam*

⁶ Mestrando em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil. E-mail: magno_amorim27@hotmail.com

ABSTRACT

Due to the competitiveness of irrigated sugar cane and the high cost of cultivation, its efficient management becomes a preponderant factor for the sustainability of the properties. The objective of this study was to evaluate the effect of biostimulant application on growth and on the technical characteristics of sugarcane. The experiment was conducted in an open nursery, located at the Federal University of the São Francisco Valley, Juazeiro-BA campus. A) By sprinkling of stalk in the planting pits, b) Via drip irrigation system and c) Via foliar spraying, in the first foliar emergencies (stage 1); and five doses of Stimulate[®] biostimulant: 0; 0.3; 0.6; 0.9 e 1.2 L ha⁻¹, with 6 replicates. The parameters related to plant morphology and the technological variables were evaluated: soluble solids content; sucrose content; Industrial fiber in sugarcane; broth purity; Percentage of apparent sugar; recoverable total sugars. Although the application of biostimulant at a dose of 0.82 L ha⁻¹ promotes better stem mass production, the three forms of application through were not effective in promoting an increase in the technological quality of sugarcane.

Keywords: *Saccharum*, Phytohormone, VAT 90212.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), possuindo também a maior área cultivada no mundo. Apesar da região nordeste não ser a maior produtora nacional, o cultivo irrigado da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco, município de Juazeiro-Ba, proporciona um desempenho de destaque em relação às demais áreas de cultivo no país. O incremento no manejo a partir do uso de lâminas de irrigação, nutrição mineral e eficiência na colheita, gerou ganho de rendimento na safra 2017/2018 (CONAB, 2018).

No mercado existem vários produtos constituídos de hormônios vegetais que são utilizados para maximizar as produtividades de diversas culturas, sendo esses compostos denominados de bioestimulantes ou estimulantes vegetais, que através das suas composições, podem alterar a taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas (BATISTA et al., 2013; LEITE; CRUSCIOL, 2008).

Vários estudos têm demonstrado efeitos significativos da aplicação de bioestimulantes sobre diversas culturas. Pesquisas realizadas por Casillas et al. (1986); Castro e Vieira (2001) e Kohatsu et al. (2012) demonstraram que o aumento de suas concentrações pode promover melhor desenvolvimento da parte aérea, sistema radicular, absorção e a eficiência do uso da água e nutrientes pelas

plantas, mesmo sob condições atípicas. Ferreira et al. (2013) e Silva et al. (2010) verificaram ao usar bioestimulante aceleração do crescimento e desenvolvimento inicial dos perfilhos principais e secundários da cultura da cana-de-açúcar.

Parece ser comum encontrar variação dos efeitos da aplicação de bioestimulantes sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, exemplo, a aplicação pode potencializar produção de ramos vegetativos e não alterar a produtividade da cultura. Rós et al. (2015) verificaram que a utilização do bioestimulante até a concentração de 15 mL L⁻¹ interfere no número de raízes adventícias e de folhas de plantas de batata doce, mas não na produtividade de raízes tuberosas.

De acordo com o trabalho de Kolling et al. (2016) analisando tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas verificou que a irregularidade na distribuição espacial das plantas na linha de semeadura reduz o rendimento de grãos do milho e, o tratamento de sementes com bioestimulante não mitiga os prejuízos ao rendimento de grãos do milho ocasionados pela distribuição espacial irregular das plantas na linha de semeadura.

Em estudos realizados por Tecchio et al. (2016) constatou-se que o emprego do bioestimulante Stimulate[®] promoveu aumento linear no comprimento do cacho, aumento

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

quadrático no diâmetro do pedicelo e um decréscimo linear no teor de sólidos solúveis totais nos cachos da videira 'Niagara Rosada'. Entretanto, não apresentou efeito sobre a massa fresca e largura dos cachos, no número, massa fresca, comprimento e largura dos bagos, massa fresca do engaço, na acidez titulável e no pH.

Mendes (2010) e Silva et al. (2010), consideram a necessidade de estudos adicionais sobre a de determinação de concentrações mais adequadas e formas de aplicação de bioestimulante, principalmente quando se considera elevada radiação e restrições hídricas, como ocorre na região semiárida brasileira.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar no semiárido brasileiro, em função das formas de aplicação e das doses de bioestimulante vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro aberto na Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Juazeiro-BA; com altitude de 369 m, latitude e longitude,

respectivamente, de 9°24'40,32"S e 40°30'55,7"O. Apresenta um clima do tipo BSw_h segundo a classificação climática de Köppen, com temperaturas elevadas, chuvas escassas e mal distribuídas, concentrando-se nos meses de novembro a abril, com precipitação média anual em torno de 500 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 3 x 5; sendo três formas de aplicação do bioestimulante Stimulate®: via pulverização do colmo dispostos nas covas durante o plantio; via sistema de irrigação tipo gotejamento com aplicação no dia do plantio, e via pulverização foliar no estágio 1 (um) da cultura (aos 21 dias após a emergência dos perfilhos primários); e cinco doses do bioestimulante (0; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 L ha⁻¹), com quatro blocos. Os vasos com capacidade de 40 litros, utilizados para as avaliações experimentais foram preenchidos com uma camada de brita de 5,0 cm, coberta por tela fina entre a brita e solo tipo Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2018). A Coleta do solo foi feita na camada de 0 - 20 cm e sua caracterização do solo utilizado foi realizada por meio da análise físico-química (Tabela 1).

Tabela 1. Características do solo Latossolo Amarelo quanto a acidez, basicidade e condutividade elétrica (CE), propriedades; micronutrientes, cátions trocáveis e macronutrientes aniônicos.

Acidez/propriedades/Basicidade e condutividade elétrica (CE)					
Camada	pH (água)	CTC ^{1/} (cmol _c /Kg)	H + Al cmol/dm ³)	MOS (dag/kg)	CE dS/m
0 - 20 cm	6,70	6,54	0,51	5,41	0,35
Micronutrientes (cmol/dm³)					
Camada	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	B
0 - 20 cm	29,89	158,76	3,77	3,136	1,03
Cátions Trocáveis (cmol/dm³)					
Camada	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na	SB
0 - 20 cm	3,86	1,86	0,64	2,26	6,54
Macronutrientes aniônicos (mg/dm³)					
Camada	P			S	
0 - 20 cm	2,26			13,89	

Em seguida foi realizada a correção da fertilidade atendendo a recomendação para a cultura da cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2012). Para o suprimento de nutrientes foi

realizada a adubação homogeneizada na camada de solo de 0-15 cm. Para o efetivo fornecimento de água foi feito diariamente o cálculo direto (via clima), utilizando os dados

da Evapotranspiração de referência (ET_o) de uma estação meteorológica instalada próximo ao experimento, pelo o método de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO (PM – 34 FAO56) (ALLEN et al., 1998). A irrigação foi realizada por um sistema de gotejamento subsuperficial (gotejador a 15 cm de profundidade, com vazão de 4 L h⁻¹ por vaso), de forma a manter o solo na capacidade de campo.

Para os estudos sobre a cultura foi utilizado o material propagativo da cana-de-açúcar, variedade VAT 90212, proveniente da Agroindústria do Vale do São Francisco (AGROVALE S. A.), situada no município de Juazeiro-BA. Os colmos utilizados para a instalação do experimento foram uniformizados de acordo com estágio de maturação apropriado para o plantio, realizado em covas, plantando-se três minis toletes, disposto de forma triangular na área central do vaso.

Para avaliação do processo de germinação das gemas foram mensuradas as emergências diárias dos perfilhos primários e secundários, determinando-se a emergência total, o índice de velocidade de emergência (IVE), o tempo médio de emergência (TME). A frequência relativa de emergência (FR) do perfilhamento primário foi determinada diariamente e quinzenalmente para o perfilhamento secundário (MAGUIRE, 1962). Considerada parâmetro importante na determinação do vigor das gemas, a frequência relativa (FR) foi determinada a partir do cálculo que utiliza número de perfilho dividido pela soma total dos perfilhos, obtida no final do período de germinação (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

Para avaliação das variáveis morfológicas das plantas foram coletados os dados biométricos mensais referentes à altura (ALT), número de folhas verdes (NFV), diâmetro do caule (DC), largura (L) e Comprimento foliar (C).

O teor de clorofilas a e b da folha +3, foi determinado utilizando o aparelho medidor do índice de clorofila, modelo Clorofilog-CFL

1030[®]. A determinação da área foliar (AF) foi estimada segundo modelo utilizado por Santana et al. (2007).

Na finalização do experimento, 160 dias após o plantio, foi determinado o número de colmos; massa fresca (g) e seca do caule (g), da folha (g) e das raízes (g) e peso bruto do colmo principal mais perfilhos (g).

A avaliação da atividade respiratória do solo foi através da metodologia descrita por Silva (1999), considerada metodologia padrão de determinação orgânica de solos da EMBRAPA (2010).

Após a colheita, amostras dos colmos principais das plantas foram levadas para o Laboratório da Agroindústria do Vale do São Francisco (AGROVALE S. A.) para determinação das características tecnológicas: teor de sólidos solúveis (°Brix em %); Teor de sacarose (Pol em %); Fibra industrial (Fibra em %); Pureza do caldo (Pza em %); Percentagem de Açúcar Aparente (Pcc em %); e Açúcares Totais Recuperáveis (Atr em %).

Para avaliação dos resultados obtidos nas análises descritas, foi realizada análise de variância pelo teste F, e em caso de diferença significativa para o tratamento quantitativo (dose de bioestimulante), foi realizada análise de regressão e para o tratamento qualitativo (forma de aplicação do bioestimulante) foi aplicado teste de comparação de média de Tukey à 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância das variáveis estudadas referentes ao processo de germinação do perfilho primário, apenas o índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) apresentaram diferenças significativas para as formas de aplicação (Tabela 2). Quando foi feita a análise comparativa para às doses aplicadas, verificou-se que nenhuma destas variáveis apresentou diferenças significativas.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Tabela 2: Efeito das formas de aplicação do bioestimulante em relação ao processo de germinação do perfilho primário: Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Tempo Médio de emergência (TME).

Forma de aplicação	IVE	TME (dias)
Pulverização do colmo	0,267 a	11,06 b
Sistema de irrigação	0,263 a	11,35 b
Pulverização foliar	0,212 b	13,36 a

IVE – Índice de Velocidade de Emergência; TME – Tempo Médio de emergência. Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Para IVE e TME (Tabela 2), observou-se que a pulverização do colmo e a aplicação via sistema de irrigação proporcionaram melhores resultados devido, provavelmente, ao contato direto do bioestimulante com as gemas e o sistema radicular, o que pode ter proporcionado um aumento da velocidade de efetivação dos eventos morfogênicos, reduzindo o tempo para a formação de uma nova planta. A diferença quando comparada a não aplicação do bioestimulante de forma direta sobre as gemas, ou seja, o método via pulverização foliar, deve-se ao fato da aplicação foliar ter sido realizada no estágio 1, ou seja, 21 dias após o plantio, tendo assim um efeito tardio da ação dos hormônios sobre a formação das plântulas.

Segundo Ferreira et al. (2013), o contato direto dos reguladores encontrados no bioestimulante com as gemas estabelece uma maior interação com seus receptores específicos, localizados na membrana plasmática das células maximizando os processos como multiplicação, diferenciação celular e formação de tecidos e órgãos que resultaram a emergência dos perfilhos.

Foi possível observar, de acordo com a Figura 1, que os melhores índices para a frequência relativa do perfilho primário ocorreram para as formas de aplicação via pulverização do colmo e via sistema de irrigação que apresentaram maior frequência

bem como uma antecipação no processo de emergência dos perfilhos. Quando se aplicou as maiores doses, ou seja, em concentrações 0,9 e 1,2 L ha⁻¹ verificou-se que os maiores picos de emergência dos perfilhos foram aos 11 dias após a poda DAP.

De forma contrária ao processo de emergência dos perfilhos primários, a variável emergência, IVE e TME referentes ao processo germinativo do perfilho secundário apresentaram diferença significativa a 1% de probabilidade para as doses aplicadas. Entretanto, quando comparadas às formas de aplicação, não se verificou diferenças significativas.

A emergência dos perfilhos secundários é um evento que ocorre após o processo de germinação das gemas, este fenômeno deve ter sido influenciado pelo maior tempo de ação do bioestimulante no corpo da planta, provavelmente maximizando o crescimento e desenvolvimento da parte aérea, o que deve ser resultado proveniente da redução do tempo para que os eventos ocorram. Assim, a maior concentração do bioestimulante favoreceu um aumento da velocidade de formação dos perfilhos secundários em função da tendência de redução do tempo para sua formação (Figura 2). Entretanto, quando se avalia o número de perfilho, na Figura 2A, observa-se que este se manteve relativamente constante com o aumento da concentração.

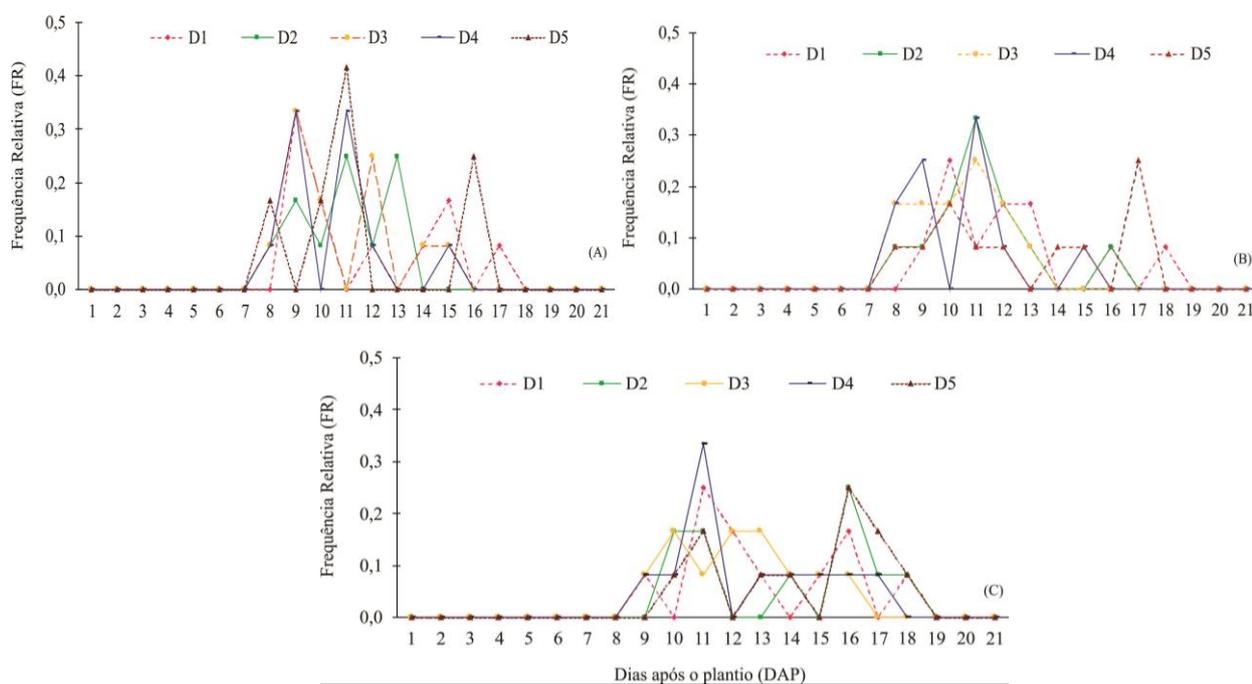


Figura 1. Frequência relativa do perfilho primário para as formas de aplicação: (A) pulverização do colmo nas covas de plantio; (B) via sistema de irrigação tipo gotejamento; (C) aplicação através de pulverização foliar nas primeiras emergências foliares. Doses de bioestimulante: D1= 0 L ha⁻¹; D2= 0,3 L ha⁻¹; D3= 0,6 L ha⁻¹; D4= 0,9 L ha⁻¹; D5= 1,2 L ha⁻¹.

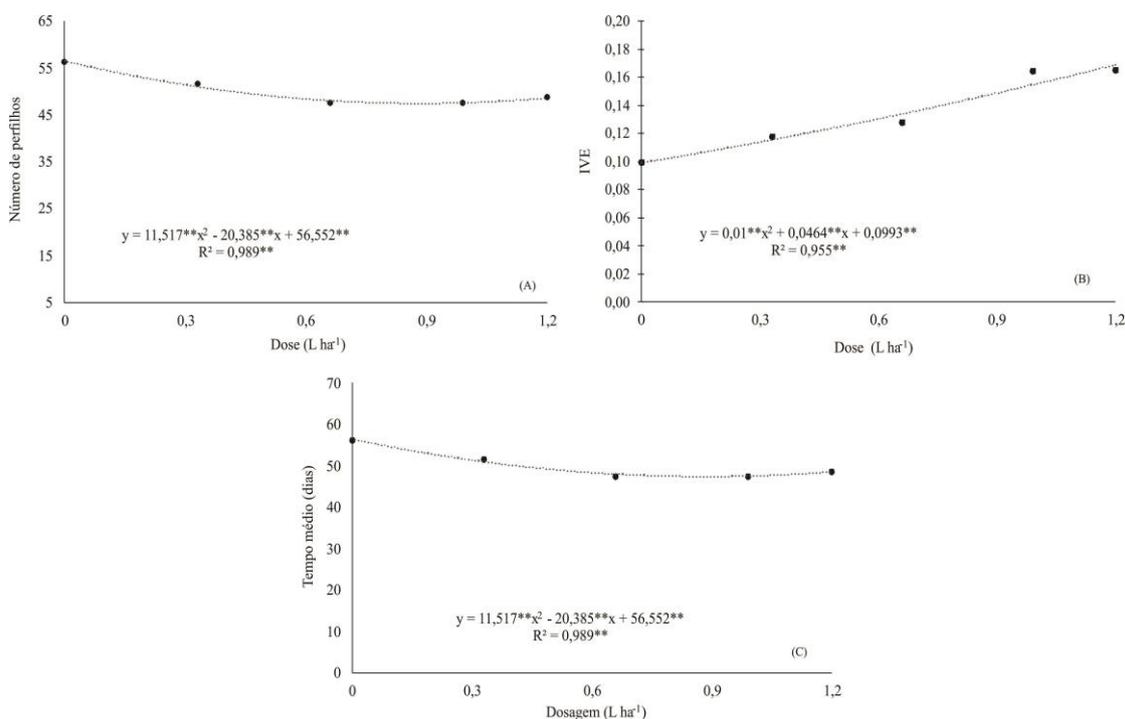


Figura 2. Número de perfilho secundário (A), Índice velocidade de emergência - IVE (B) e Tempo Médio de emergência (C) de cana-de-açúcar, cultivada utilizando cinco doses de bioestimulante (D1= 0 L ha⁻¹; D2= 0,3 L ha⁻¹; D3= 0,6 L ha⁻¹; D4= 0,9 L ha⁻¹; D5= 1,2 L ha⁻¹). **= $P < 0,01$, *= $P < 0,05$ e ns = não significativo.

Silva et al. (2010) observaram resultado semelhante com a aplicação deste bioestimulante associado ou não a fertilizantes líquidos, obtendo efeito significativo para o

processo de perfilhamento secundário até a dose de 0,99 L ha⁻¹. Mendes (2010), utilizando este mesmo bioestimulante para cana-de-açúcar verificou a antecipação da emergência

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

dos perfilhos secundários, promovendo assim uma redução de tempo de germinação. Considerando a alteração de diversos eventos morfofisiológicos, os hormônios encontrados no bioestimulante podem ter interferido diretamente no processo de indução e multiplicação celular e, conseqüentemente formação morfológica dos órgãos das plantas, principalmente do sistema radicular, aumentando sua capacidade de absorção de nutrientes e água conforme descrito por Kohatsu et al. (2012).

Índices semelhantes foram encontrados neste trabalho, ou seja, a aplicação do bioestimulante promoveu a aceleração da emergência e desenvolvimento das estruturas vegetativas em detrimento do aumento da concentração hormonal (Figura 2B). A Figura 3 mostra a Frequência Relativa para o perfilhamento secundário em detrimento dos tratamentos aplicados. Verificou-se que os perfilhamentos secundários tiveram as suas primeiras emergências a partir dos 30 dias após o plantio. Segundo Santos et al. (2012) este é o período comum para a cultura e as maiores doses utilizadas promoveram o aumento da FR em menor tempo, ao contrário do resultado encontrado para o perfilho primário. Segundo o trabalho de Schmidt

(2013), o desenvolvimento do sistema radicular interfere de forma significativa e direta na atividade respiratória microbiana, sendo esta quantificada pela atividade metabólica da população de microrganismos no solo. Entretanto, ao avaliar a atividade respiratória do solo, verificou-se que as formas e as doses aplicadas não promoveram aumento na atividade da população microbiana no solo.

Mesmo com aplicação do bioestimulante diretamente na gema e no solo pelo sistema de irrigação não se verificou alteração na frequência de microrganismos no solo. Entretanto, existem muitos estudos que relatam alteração da qualidade e quantidade microbiológica do solo a partir da aplicação de fertilizantes alternativos (Balota et al., 1998), e agroquímicos (SILVA et al., 2014).

Ao avaliar às variáveis biométricas da planta principal, verificou-se que não houve interação significativa entre as formas de aplicação e as doses do bioestimulante para o número de folhas verdes (NFV), Altura (ALT) com média de 1,8 m e número de colmos (NCOL) com média de 21 unidades. Entretanto, o aumento da concentração influenciou as variáveis: Área foliar, teor de clorofila, diâmetros dos colmos e massa das folhas verdes (Figura 4).

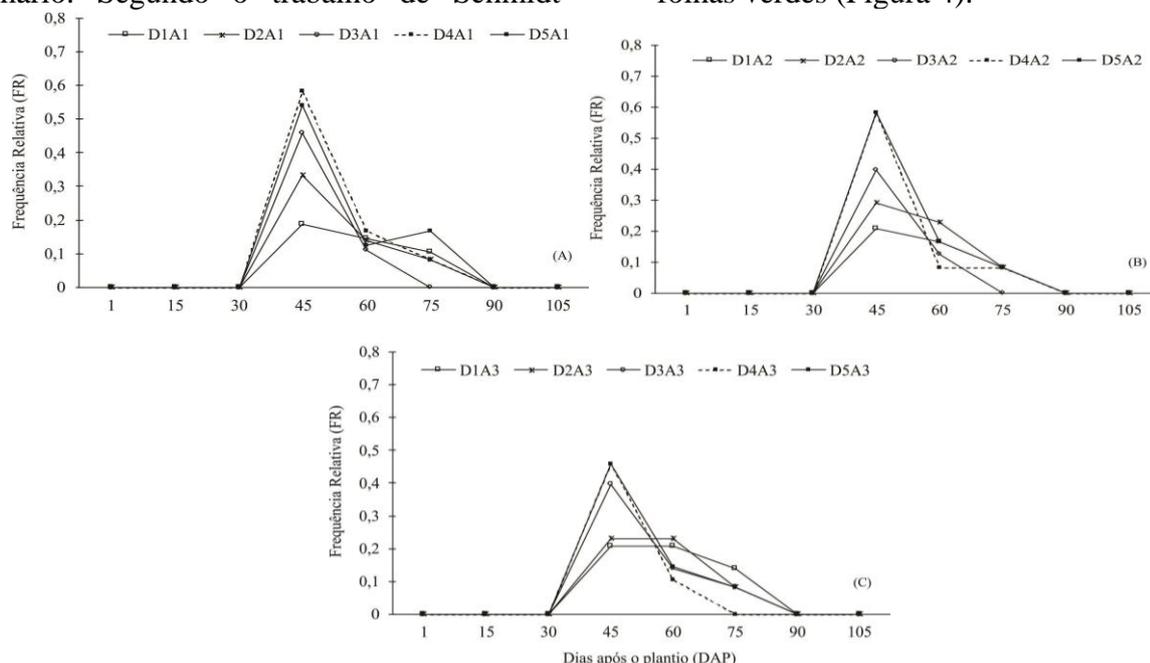


Figura 3. Frequência relativa da emergência dos perfilhos secundários de cana-de-açúcar em função de cinco doses de bioestimulante: D1= 0 L ha⁻¹; D2= 0,3 L ha⁻¹; D3= 0,6 L ha⁻¹; D4= 0,9 L ha⁻¹; D5= 1,2 L ha⁻¹. (A) com pulverização do colmo, nas covas de plantio; (B) via sistema de irrigação tipo gotejamento e (C) aplicação através de pulverização foliar, nas primeiras emergências foliares.

De acordo com as variáveis encontradas na Figura 4, é possível estabelecer uma correlação de influência direta entre o aumento da concentração do bioestimulante com aumento do número de folhas promovendo assim, aumento da área foliar. Este aumento deve ter atuado como dreno

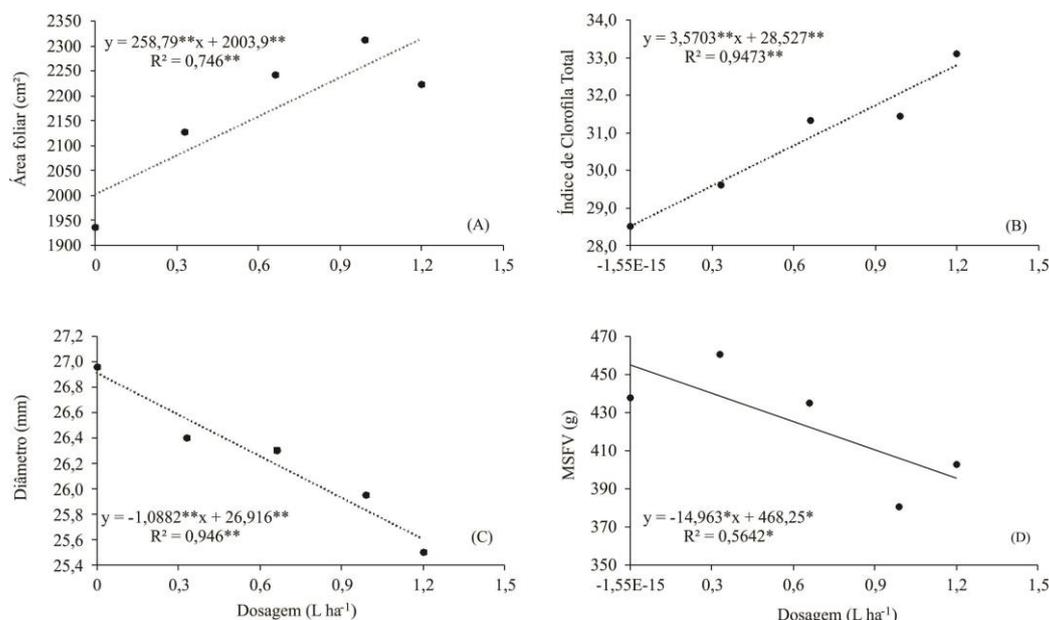


Figura 4. Área foliar (A), índice de clorofila (B), diâmetro do colmo (C) e massa seca das folhas verdes (D) de plantas de cana-de-açúcar tratadas com diferentes doses do bioestimulante determinadas 160 dias após o plantio. ** = $P < 0,01$, * = $P < 0,05$ e ^{ns} = não significativo.

Os aumentos da área foliar e do índice de clorofila devem estar correlacionados com a presença de citocinina, como constituinte do bioestimulante, pois, uma das propriedades deste hormônio é intensificar a atividade morfogênica em direção à formação de tecidos e órgãos (Figuras 4A e 4B). Magro et al. (2011) verificaram que alterações no teor de clorofila também pode alterar a produção ciclo de vida de diversas espécies vegetais, pois o aumento do teor de clorofila nas folhas podem promover uma alteração do fluxo de elétrons, promovendo um aumento da capacidade de oxi-redução dos complexos proteicos e outros componentes envolvidos no transporte de elétrons, com um consequente aumento da atividade fotossintética por elevar a capacidade de regeneração do ciclo de carboxilação, através da menor atividade da enzima rubisco.

significativo de fotoassimilados, pois os diâmetros dos colmos apresentaram reduções (Figura 4C). Portanto deve ter ocorrido maior competição por fotoassimilados entre as folhas e os colmos das plantas, promovendo desta forma redução do diâmetro (Figura 4C), em função do aumento das doses aplicadas.

A área foliar apresentou um aumento com o incremento das doses do bioestimulante, onde resultados semelhantes também foram encontrados em outros trabalhos utilizando diferentes espécies vegetais (KLAHOLD et al., 2006; CAMPOS et al., 2008; GARCIA et al., 2009). Verificou-se uma diminuição significativa da massa seca das folhas MSFV (Figura 4D), essa situação provavelmente deve ter ocorrido em função de uma menor acumulação de metabólitos nos tecidos foliares à medida que se aumentou a dose do bioestimulante aplicado, com consequente redução de acúmulo de matéria seca nos tecidos. Com o aumento de área foliar e redução do acúmulo de matéria seca, pode-se pressupor que ao elevar a quantidade de bioestimulante aplicado nas plantas ocorreu maior absorção e acúmulo relativo de água nos tecidos foliares.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Ao avaliar as variáveis biométricas foi possível verificar que não houve interações significativas para as formas de aplicação, considerando as diferentes variáveis biométricas das brotações e número de folhas verdes e massa seca de 10 colmos. Entretanto, quando se avaliou doses apenas a massa fresca dos colmos (MCO) apresentou diferença significativa.

Para os dados de MCOL (Figura 5), observou-se uma diferença significativa apenas para a fonte de variação dose. Para a avaliação dos dados de MCOL da planta secundária, é possível verificar que a dose de 0,82 L ha⁻¹ foi a que apresentou os melhores resultados.

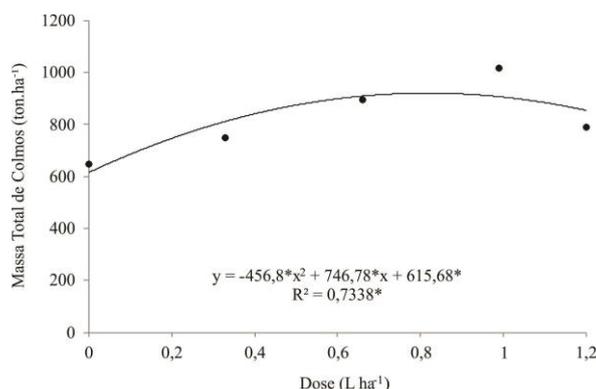


Figura 5. Avaliação da massa total de colmos (perfilhos primários e secundários), da cana-de-açúcar tratadas com doses de bioestimulante, determinadas 160 dias após o plantio. * = $P < 0,05$.

A Tabela 3 apresenta o resumo da análise de variância das variáveis tecnológicas avaliadas, contendo o resultado para avaliação da influência da aplicação do bioestimulante sobre as variáveis que envolvem a qualidade tecnológica da cultura. Foi possível verificar que não houve diferença significativa entre a forma de aplicação e as doses do produto para

os parâmetros avaliados. As médias apresentadas foram de 0,8 para AR, 15,1 para °Brix, de 14,4 % para Fibra, de 10,2 para PCC, de 83,0 % para PZA e de 70 para UMD, estando estes dentro dos parâmetros comerciais recomendados para a industrialização e produção de açúcar, álcool e outros subprodutos.

Tabela 3: Análise de variância (ANOVA) em forma, dose e interação dose X forma para as diferentes variáveis das características tecnológicas da planta principal.

Fatores de Variação	Quadrado Médio					
	AR	BRIX	FIBRA	PCC	PZA	UMD
Forma	0,000572 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Dose	0,003814 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,44 ^{ns}	6,39 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Dose X Forma	0,003878 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,50 ^{ns}	7,00 ^{ns}	0,80 ^{ns}
Resíduo	0,005879	0,59	0,41	0,51	10,09	0,44
CV. (%)	9,72	5,11	4,51	7,06	3,84	0,96

Os resultados obtidos corroboram com os apresentados por Silva et al. (2010), para PCC, fibra e ATR, em que os autores observaram que a aplicação do bioestimulante a uma concentração de 0,5 L ha⁻¹ não promoveu diferenças significativas quando

comparado com a testemunha. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira et al. (2013).

Entretanto, os mesmos autores verificaram que a aplicação do Stimulate[®] promoveu aumento de produção em TCH

(tonelada de cana por hectare) e TPH (tonelada de pol por hectare).

CONCLUSÕES

Para maior eficiência da emergência de perfilhos recomenda-se a aplicação do bioestimulante utilizando o sistema de pulverização do colmo ou através do sistema de irrigação.

Para obtenção da máxima produção de colmo da variedade de cana-de-açúcar VAT 90212, recomenda-se a aplicação de 0,82 l ha⁻¹ do bioestimulante. Apesar da aplicação de bioestimulante em doses superiores a 0,6 L ha⁻¹ promover melhor crescimento vegetativo, as três formas de aplicação não foram efetivas no aumento na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G., PEREIRO, L. S., RAES, D. AND SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, 56, 1998.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 641-649, 1998. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000400009>.
- BATISTA, E. L. S.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; LYRA, G. B.; SILVA, T. G. F.; BOEHRINGER, D. Modelagem do crescimento de cultivares de cana-de-açúcar no período de formação da cultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1080-1087, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000009>.
- CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, v. 21, n.3, p. 53-63, 2018, <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n3p53>.
- CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Revista Acta Agronômica**, v. 36, n. 32, p. 185-195, 1986.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar tem queda de 3,6% e fecha safra 2017/18 em 633,26 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2327-cana-de-acucar-tem-queda-de-3-6-e-fecha-safra-2017-18-em-633-26-milhoes-de-t>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- EMPRESA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 ed. rev. e ampl. Brasília, 2018. 356p
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2010. 212p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- FERREIRA, M. M. R.; FERREIRA, L. H. Z.; BOLONHEZI, A. C. Reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em cultivares de cana-de-açúcar. **Scientia Agraria (Online)**, v. 14, p. 59-64, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v14i2.40891>.

FORMAS DE APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

- GARCIA, R. A.; GAZOLA, E.; MERLIN, A.; VILLAS BÔAS, R. L. CRUSCIOL, C. A. C. Crescimento aéreo e radicular de arroz de terras altas em função da adubação fosfatada e bioestimulante. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, p. 65-72, 2009.
- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i2.1032>.
- KOHATSU, D. S.; ONO, E. O.; EVANGELISTA, R. M.; KLEIN, J. Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de Melão rendilhado. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 1, n. 2, p. 48-57, 2012.
- KOLLINGI, D. F. SANGOI, L.; SOUZA, C. A.; SCHENATTO, D. E. GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 248-253, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150504>.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.F **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LEITE, G. H.; CRUSCIOL, C. A. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800007>.
- MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P. E.; TAKAMATSU, S. Y. **Biometria em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MENDES, L. S. **Efeitos de ethephon e giberelina no desenvolvimento inicial e em alguns parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA, C. P.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, S. F.; CONTARDI, L. M. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar com o uso de condicionador de solo e bioestimulantes. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 245-251, 2013.
- ROS, A. B.; NARITA, N.; ARAUJO, H. S. Efeito de bioestimulante no crescimento inicial e na produtividade de plantas de batata-doce. **Revista Ceres**, v. 62, n. 5, p. 469-474, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562050007>.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500030>.
- SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool – Tecnologias e Perspectivas**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 637 p.
- SCHMIDT, R. O.; SANA, R. S.; LEAL, F. K.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A. O.; MEURER, E. J. Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 270-276, 2013.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000200013>.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

SILVA, G. S.; MELO, C. A. D.; FIALHO, C. M. T.; SANTOS, L. D. T.; COSTA, M. D.; SILVA, A. A. A. Impacto de sulfentazona, isoxaflutol e oxyfluorfem sobre a microbiota de dois solos florestais. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 292-299, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0061>.

SILVA, M. A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 774-780, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057>.

TECCHIO, M. A.; LEONEL, S.; CAMILI, E. C.; MOREIRA, G. C.; PAIOLE-PIRES, E. J.; RODRIGUES, J. D. Uso de bioestimulante na videira Niagara Rosada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1236-1240, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000600030>.