

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**MATHEUS HENRIQUE MEDEIROS**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTILIZADA  
COM ORGANOMINERAL À BASE DE LODO DE ESGOTO COM E SEM  
BIOESTIMULANTE**

**UBERLÂNDIA - MG  
Julho - 2019**

**MATHEUS HENRIQUE MEDEIROS**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTILIZADA  
COM ORGANOMINERAL À BASE DE LODO DE ESGOTO COM E SEM  
BIOESTIMULANTE**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Agronomia, da  
Universidade Federal de Uberlândia –  
Campus Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

**Uberlândia - MG  
Julho – 2019**

**MATHEUS HENRIQUE MEDEIROS**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTILIZADA  
COM ORGANOMINERAL À BASE DE LODO DE ESGOTO COM E SEM  
BIOESTIMULANTE**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Agronomia, da  
Universidade Federal de Uberlândia –  
Campus Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 12 de Julho de 2019.

---

Prof. Dr. Hamilton Kikuti  
Orientador

---

Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Ana Lúcia Pereira Kikuti  
Membro da Banca

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Severino e Salma que acreditam e são minha fonte de amor e carinho. Dedico também as minhas irmãs e meu cunhado, Kenia, Kelly e Sérgio, que são meus companheiros, cuidam de mim e me deram três pedras preciosas que vou cuidar pra sempre. Sendo o Lucas, Gabriel e João Miguel, aos quais tenho um amor incondicional. Aos membros da família Pereira que me ajudaram direta ou indiretamente para que eu alcance meus objetivos. Aos meus amigos e colegas pelos incentivos e pelo apoio. E por fim a Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia em nome de todos os professores e técnicos administrativos com quem tive a honra de estudar.

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por nos dar sabedoria e forças durante essa caminhada, a minha família que sempre esteve do meu lado durante essa conquista.

A Universidade Federal de Uberlândia, que possibilitou-me realizar esse curso e agregar conhecimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e FAPEMIG; pelas bolsas concedidas, a Companhia Mineira de Açúcar e Alcool (CMAA) - Vale do Tijuco e Stoller do Brasil, pelo fornecimento dos insumos e mão-de-obra.

Aos professores Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes, Dr. Hamilton Kikuti e Dr. Regina Maria Quintão Lana pela orientação, paciência e pela credibilidade em meu trabalho. Também agradecer a professora Dr. Ana Lúcia Kikuti pelos ensinamentos durante o curso técnico no Instituto Federal. Aceitar ser minha orientadora do estágio de nível técnico, fazer parte da banca avaliadora deste Trabalho de Conclusão de Curso, participando assim de momentos importantes para a minha carreira.

Ao Fernando Ferreira Batista e Eduardo Prado Giorgenon por me auxiliarem na aquisição de dados do experimento e participarem ativamente de todas as atividades.

Aos meus amigos com quem compartilhei experiências e vivenciei amizades.

E, por fim, mas não menos importante. Aos professores aos quais tive a honra de estudar e aos Técnicos de laboratório e Administrativos que são importantes para a Universidade.

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
4. CONCLUSÃO .....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## RESUMO

MEDEIROS, Matheus Henrique. **Desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral à base de lodo de esgoto com e sem bioestimulante.** 2019. 26p Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia, Uberlândia – MG, 2019.

O setor sucroenergético busca tecnologias sustentáveis para o sistema de produção de cana-de-açúcar. O uso de fertilizantes orgânicos e estimulantes enraizadores em busca de aumento de produtividade e diminuição de custos de produção são objetos de discussão no setor agrícola. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta inicial da cultura a adubação organomineral à base de lodo de esgoto com e sem bioestimulante. O experimento foi implantado em área de expansão de canavial com solo arenoso e baixa fertilidade. Foi implantado na indústria de etanol Vale do Tijuco, situado no Rio do Peixe, distrito de Prata, MG - Brasil. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco doses, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As doses foram em função da recomendação de adubação de plantio, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0, 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral a base de bio sólido. Avaliou-se o percentual de cobertura vegetal da planta sobre o solo, perfilhamento, área foliar, diâmetro do colmo e altura de plantas. O adubo organomineral de lodo de esgoto foi eficaz, favorecendo e incrementando o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. O uso de bioestimulante não contribuiu para o desenvolvimento inicial da cultura. A adubação com fertilizante organomineral a base de bio sólido é semelhante à adubação com fertilizante mineral, para o mesmo percentual de recomendação.

Palavras-chaves: *Saccharum spp*, fertilizantes, bio sólido, reguladores vegetais

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) é originária do sudeste asiático e foi introduzida no país no século XVI pelos colonizadores portugueses, quando ocorreu a instalação dos engenhos de açúcar, substituindo a indústria extrativa do pau-brasil.

O Brasil é o maior produtor mundial da cultura, assim como o maior produtor de açúcar e etanol. Responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo. O etanol, produzido no Brasil, a partir da cana-de-açúcar, também conta com projeções positivas para os próximos anos, devidas principalmente, ao crescimento do consumo interno (MAPA, 2015).

Além da crescente demanda por etanol oriundo de fontes renováveis, necessidade de grandes áreas cultiváveis e condições edafoclimáticas intrínsecas ao cultivo da cana de açúcar, torna o Brasil uma grande potencia dessa commodity. Na safra 2019/19 a produção de cana-de-açúcar retraiu a sua área cultivada no Brasil com cerca de 1,6 % em relação ao ano anterior. A produção de cana-de-açúcar foi de 620,44 milhões de toneladas com um decréscimo na produção de açúcar de 2,0%, e acréscimo na produção de etanol hidratado em 45,2 % em relação a safra 2017/18. A produtividade alcançou 72.231 Kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019).

O estudo dos fertilizantes organominerais na cultura da cana-de-açúcar gera grande expectativa na eficiência, economia e sustentabilidade das adubações. Para as usinas canavieiras isso é cada vez mais importante, tanto do ponto de vista econômico, como do ambiental para atender a uma sociedade cada vez mais exigente a ações sustentáveis.

Estudos da influência da adubação através da utilização de fertilizantes organominerais vêm sendo realizados. Kaseker et al. (2014), ao aplicar fertilizante organomineral contendo extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em cultivo de cenoura, verificaram maior crescimento da parte aérea, diâmetro da raiz e número de folhas nas plantas, além da produtividade, independentemente da época de aplicação e da concentração.

A utilização do lodo de esgoto é estudada em diversas culturas. Em estudos realizados por Correa et al. (2005), observou-se que a produção de azevém tratado com biossólidos na menor dose de aplicação foi superior aos tratamentos submetidos com adubo químico.

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais aumentando a produção e a qualidade de culturas de interesse econômico (LACABUENDIA, 1989). A aplicação dos bioestimulantes tem como objetivo manter o equilíbrio hormonal da planta, tornando-a menos suscetível a estresses. São produtos que tem grande potencial para a utilização na agricultura orgânica. Várias são as substâncias que compõem esses produtos, principalmente hormônios vegetais como giberelinas, citocininas, etileno e outras análogas (CATO, 2006).

Bertolin et al. (2010) ao tratarem soja com bioestimulantes, verificaram que a cultivar convencional tratada proporcionou maior produção de grãos do que a cultivar transgênica. A utilização do bioestimulante incrementou o número de vagens por planta e a produtividade de grãos, sendo que para este parâmetro, o tratamento com bioestimulante proporcionou aumento de 37% em relação à testemunha. O bioestimulante aumenta o número de vagens por planta e produtividade de grãos tanto em aplicação via sementes quanto via foliar, além de observarem que em relação ao aumento da produtividade, o bioestimulante é mais efetivo quando aplicado na fase reprodutiva.

A adubação possui grande impacto sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar, e isso pode ser estudado através de uma análise de crescimento utilizando amostragem temporal de biomassa da parte aérea ou coleta de dados através de índices fisiológicos e biométricos (GAVA et al., 2011). Além disso, a cana-de-açúcar passa por diferentes estádios de desenvolvimento ao longo do seu ciclo e pode ser dividida em três etapas de desenvolvimento: fase inicial onde os toletes emitem as brotações e perfilhos, fase de crescimento rápido que caracteriza-se pelo surgimento e alongamento de internódios dos colmos, na qual acumula-se cerca de 75% da matéria seca e fase final ou de maturação. (ROBERTSON et al., 1996; FRANCO, 2008).

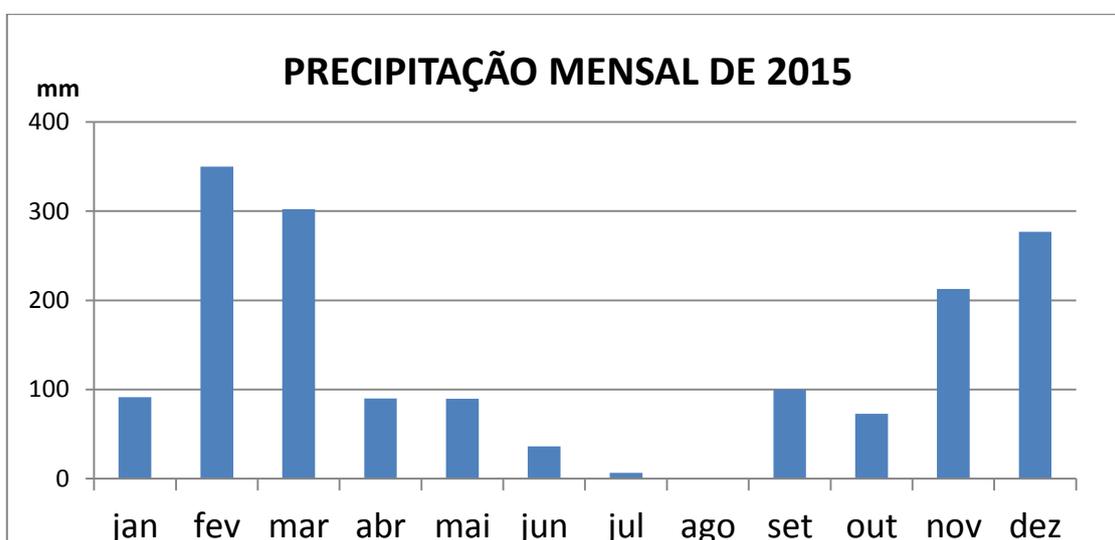
As grandes empresas sucroenergéticas, atualmente, possuem equipes treinadas para avaliar o desenvolvimento da cultura no campo. Sendo que decisões como aplicação de defensivos, insetos parasitóides ou o momento ideal de colheita, são tomadas com base no banco de dados das avaliações biométricas e fisiológicas.

Sendo assim objetivou-se avaliar a eficácia do adubo organomineral oriundo de lodo de esgoto, associado ou não ao uso de bioestimulante no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar em primeiro ano de cultivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área de expansão de canavial, na Usina Vale do Tijuco, situado em Rio do Peixe, distrito de Prata, Minas Gerais, Brasil, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W, estando a uma altitude de 780 metros. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013) situado a aproximadamente 200 metros a montante de uma nascente de água. O mesmo permanece úmido a uma profundidade média de 60 cm na estação seca do ano.

Dados meteorológicos de precipitação acumulada foram captados via estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET - Uberlândia - MG . (Figura I).



**Figura I** – Dados de precipitação mensal acumulados da estação de Uberlândia em 2015 (INMET, 2019)

O organomineral foi produzido a partir do bio-sólido ou lodo de esgoto extraído da estação de tratamento de esgoto do Departamento Municipal de Água e Esgoto da cidade de Uberlândia - MG. O esgoto foi centrifugado separando-se os sólidos. Este era composto por 70 % de umidade e 30 % de sólidos. O bio-sólido, ainda úmido passou por um tratamento químico incorporando-se 30 % de cal hidratada para diminuir a carga microbiana (ALVES FILHO, 2014).

Após incorporado com uso de uma betoneira, o material foi acondicionado em recipientes retangulares de zinco galvanizado (30 x 30 x 100 cm). Estes foram cobertos por uma lona transparente e expostos à luz solar e raios ultravioletas por 15 dias

consecutivos. Posteriormente, retirou-se a lona deixando-se secar ao sol até a completa desidratação por aproximadamente 30 dias.

Desidratado, o material foi analisado em laboratório de química do solo (Tabela I). Embasado no laudo laboratorial do biossólido e na necessidade de adubação de plantio foi homogeneizado 35 % de biossólido, 20 % de cloreto de potássio farelado, 45 % de fosfato monoamônico. Para a adubação de cobertura foi homogeneizado 35,81 % de biossólido, 14,44 % de uréia polimerizada, 48,09 % de cloreto de potássio farelado, 4,11 % de ácido bórico.

**Tabela I.** Caracterização química do biossólido na Base Seca a 110°C.

pH CaCl <sub>2</sub>	U.T.	N.T.	M.O.T.	C.T.	R.M.T.	C/N	P	K	Ca	Mg
8.10	10.96	0.99	49.90	27.72	50.67	28/1	2.80	0.30	8.25	2.48
Densidade g cm <sup>-3</sup>	B	Na	Mn	Cu	Zn	Fe	Cd	Hg	Cr	Ni
0.66	10	201	209	135	1042	27236	1.4	0.7	931	250

U.T. = Umidade Total; N.T. = Nitrogênio Total; M.O.T. = Matéria Orgânica; C.T. = Carbono Total; R.M.T. = Resíduo Mineral Total. N - [N Total] = Digestão Sulfúrica. P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico. B = Colorimétrico Azometina-H. Metodologias baseadas em Embrapa (2011).

Na área cultivou-se pastagem por aproximadamente dez anos, apresentando condição de degradação leve. O resultado da amostragem e análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm é representado na Tabela II. O solo é arenoso com 14,5 % de argila, 9,5 % de silte e 76,0 % de areia. Foi realizada uma calagem com 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Em seguida uma aração com arado de aivecas com largura de corte de 28,8 cm espaçadas de 81 cm e, posterior nivelamento do solo com grade niveladora e discos “36 x 22”. Os sulcos para plantio foram abertos com sulcador de abertura da haste de 52 a 82 cm e altura 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro<sup>-1</sup> através de partes vegetativas (toletes) na profundidade de 30 a 40 cm de profundidade. O experimento foi implantado em abril de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. A recomendação de adubação de plantio foi de 570 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-21-07 e cobertura de 570 kg ha<sup>-1</sup> do 07-00-28 + 0,7% de B aos 150 DAP (ALVAREZ et al., 1999). A recomendação de adubação de plantio e cobertura foram atendidas

utilizando as fontes minerais e organomineral oriundo do lodo de esgoto. Utilizou-se bioestimulante enraizador Stimulate® via inoculação (0,75 L ha<sup>-1</sup>) no ato do plantio.

**Tabela II.** Caracterização química inicial do solo da área experimental antes da instalação do ensaio.

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	M	M.O.
		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			--mg dm <sup>-3</sup> ---		-cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -		----%-----		-g kg <sup>-1</sup> -
0-20	5,7	1,1	0,5	0,0	6,7	88	1,2	3,03	60	0	2,0
20-40	4,7	1,0	0,3	0,2	2,3	70	1,6	3,08	48	9	1,4

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); H + Al = (SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, Metodologias baseadas em Embrapa (2011).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco tratamentos, com e sem bioestimulante mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

As unidades experimentais constituíram de 7,5 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil foi considerado quatro linhas centrais da parcela desprezando-se 1,0 m em cada extremidade totalizando 36 m<sup>2</sup>. A área total de cada parcela foi de 75 m<sup>2</sup>. Carreadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos.

Para controle das ervas daninhas foi utilizado os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses de 3,2; 5,0 e 3,0 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O controle de formigas e cupins foi realizado com o principio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g.ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo .

Aos 30, 60, 90, 120, e 150 DAP foram avaliados o percentual de cobertura vegetal da planta sobre o solo e o perfilhamento. E aos 60, 90, 120, e 150 DAP avaliou-se a área foliar por perfilho, diâmetro do colmo e altura de plantas.

O percentual de cobertura vegetal foi realizado com fotografias a 1,5 m de altura a partir da base da planta sobre um retângulo de madeira com dimensões de 1,0 x 1,5 m no centro da linha. Posteriormente, as fotos foram analisadas pelo programa SisCob v1.0 determinando o percentual de cobertura das plantas de cana sobre o solo (JORGE e

SILVA, 2009). Foi realizada a contagem do número de perfilhos em oito metros centrais das quatro linhas úteis.

O diâmetro foi determinado com paquímetro digital na altura do primeiro colmo ascendente. Para a altura utilizou-se uma trena medindo-se da base da planta à extremidade da folha mais alta. A área foliar foi mensurada utilizando-se o medidor de área foliar CID - Bio Science Modelo: CI - 203. Inicialmente, em cada época escolheu-se aleatoriamente dez Plantas da Área Experimental (PAE). Mensurou-se a área foliar total média das mesmas. Anotou-se a Área Foliar da folha +1 em dez folhas das dez Plantas da Área Experimental (AFP AE) e estabeleceu-se a média. Mediu-se a área foliar da folha +1 nos tratamentos (AFT) e estabeleceu a média, como é observado na Fórmula 01. O percentual de cobertura vegetal, diâmetro, altura e área foliar foram avaliados em 12 plantas da parcela em oito metros centrais das quatro linhas úteis.

**Fórmula 01 – Área foliar total**

$$\text{Área foliar (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Média AFP AE} * \text{Média PAE}}{\text{Média AFT}}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 0,05 de significância software Assistat 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009). O ajuste das equações de regressão foi escolhido com base na significância dos coeficientes de regressão a 5% de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) Sigma Plot for Windows (Systat Inc. Chicago, IL, EUA) versão 12.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se de acordo com a ANOVA que não houve diferença significativa quanto ao uso do bioestimulante e lodo de esgoto, assim como a interação entre as duas variáveis. Com isso, podemos verificar de acordo com as Tabelas de I a VII os tratamentos que diferenciaram quanto ao tratamento adicional (100 % mineral) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. Já a Figura II representa as equações de regressão que foram significativas a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Verificou-se que independente do fertilizante utilizado, seja ele mineral ou organomineral em seus diferentes níveis, não foi observado diferenças significativa

entre os tratamentos. Este resultado pode ser explicado em função do uso das reservas nutricionais do tolete para o crescimento inicial da cana-de-açúcar (FIGUEIRA et al., 2011). Além disso, as reservas nutricionais do solo podem ter colaborado para o desenvolvimento da cobertura inicial das plantas (REICHERT et al., 2016).

Na Tabela III, observa-se que a altura das plantas de cana-de-açúcar aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio não diferiu entre o uso de adubo mineral e organomineral associado à bioestimulantes, apresentando crescimento lento e gradual em todas as avaliações. Aos 90, 120 e 150 DAP, as alturas de plantas sem adição de bioestimulante e com percentual de recomendação zero diferiram-se negativamente comparado ao tratamento mineral, o mesmo ocorreu para o tratamento 60% aos 60 DAP. Ao adicionarmos bioestimulante no percentual 0% aos 150 DAP obteve-se altura menor que o tratamento mineral. Resultados semelhantes ao de Tavares, Lima e Zonta (2010) ao avaliarem altura de plantas de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo não diferiram quanto aos tratamentos estudados.

**Tabela III.** Altura de plantas (cm) aos 60, 90, 120 e 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de adubação de plantio ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					Media
	0	60	80	100	120	
----- 60 DAP -----						
Sem	56.7	68.8*	67.5	65.7	71.3*	66.0 A
Com	60.9	66.2	66.0	66.0	68.5	65.5 A
Mineral 100 % = 62.3						
CV (%)= 4.72; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1.99; DMS <sub>Mineral</sub> = 6.31						
----- 90 DAP -----						
Sem	73.1*	91.6	93.6	89.9	95.1	88.6 A
Com	82.3	91.3	89.4	98.1	94.6	91.1 A
Mineral 100 % = 89.3						
CV (%)=8.34; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 4.84; DMS <sub>Mineral</sub> = 15.31						
----- 120 DAP -----						
Sem	90.9*	122.8	129.2	129.0	135.1	121.4 A
Com	106.6	122.3	127.5	136.3	141.4*	126.8 A
Mineral 100 % =120.3						
CV (%)= 7.36; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 5.88; DMS <sub>Mineral</sub> = 18.62						
----- 150 DAP -----						
Sem	136.4*	161.5	169.8	172.9	175.8	163.3 A
Com	145.2*	166.9	171.0	169.6	176.6	165.8 A
Mineral 100 % = 169.5						
CV (%)=6.18; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 6.58; DMS <sub>Mineral</sub> = 20.83						

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \* médias diferentes do mineral por Dunnett ( $p < 0,05$ ).

A aplicação de diferentes fertilizantes com o uso de bioestimulantes enraizadores não promoveu efeito sobre a área foliar na cana-de-açúcar como observa-se na Tabela IV. Como as avaliações ocorreram no período de estiagem da região, a planta estava sob estresse com os fatores abióticos sendo desfavoráveis para o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. Civiero et. al. (2014) ressalta que o crescimento inicial da cana-de-açúcar é favorecido pelas reservas nutricionais do tolete. Embora fatores limitantes como a quantidade de água disponível no solo pode desfavorecer o desenvolvimento inicial da cultura. Guimarães et. al. (2016) constatou que ao adubar cana-de-açúcar com diferentes níveis de cama aviária não apresentavam efeitos sobre a largura e comprimento foliar. Comparando a fonte organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral, a área foliar da cana-de-açúcar diferiu-se apenas aos 90 e 150 DAP. Quando as reservas nutricionais do solo e do tolete se encontram esgotadas as plantas apresentam um menor desenvolvimento da área foliar (CHERUBIN et al., 2015).

**Tabela IV.** Área Foliar ( $\text{cm}^2$  perfilho<sup>-1</sup>) das plantas aos 60, 90, 120 e 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de plantio ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 60 DAP -----						
Sem	228.3	284.2	294.8	285.7	292.1	277.0 A
Com	263.3	299.7	283.4	273.7	298.4	283.7 A
Mineral 100 % = 279.9						
CV (%)=9.91; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 17.94; DMS <sub>Mineral</sub> = 56.74						
----- 90 DAP -----						
Sem	574.1*	921.8	874.7	829.1	870.2	814.0 A
Com	693.1	795.8	837.3	888.4	946.4	832.2 A
Mineral 100 % = 808.6						
CV (%)=10.43; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 55.38; DMS <sub>Mineral</sub> = 175.12						
----- 120 DAP -----						
Sem	562.2	874.0	888.5	834.8	894.4	810.7 A
Com	697.9	816.0	875.3	934.6	1025.7	869.9 A
Mineral 100 % =797.8						
CV (%)=11.73; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 63.41; DMS <sub>Mineral</sub> = 200.53						
----- 150 DAP -----						
Sem	1106.0*	1928.1	2016.3	1925.5	1954.8	1786.1 A
Com	1208.1*	1828.3	1952.9	1884.9	2197.2*	1814.2 A
Mineral 100 % = 1867.2						
CV (%)=7.38; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 86.2; DMS <sub>Mineral</sub> = 272.5						

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*médias diferentes do mineral por Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Na Tabela V não houve incrementos ao diâmetro de plantas realizando o uso ou não de bioestimulantes. Já aos 60 e 90 DAP os tratamentos sem bioestimulante e com 80% do percentual de recomendação atingiram melhores resultados do que o tratamento mineral. Nobile et. al., 2011 observaram que os tratamentos com maiores diâmetros de colmo são aqueles que são aplicados corretivos e fertilizantes. Como neste trabalho toda a área recebeu correção e fertilização do solo com diferentes fontes, o diâmetro de colmo obteve resultados semelhantes, não diferenciou estatisticamente entre os tratamentos estudados

O maior crescimento e desenvolvimento dos colmos da cana-de-açúcar inicia-se por volta dos 90 a 100 DAP, provavelmente o bioestimulante não incrementou um maior desenvolvimento lateral do colmo devido sua composição hormonal, sendo que os hormônios vegetais em questão estão mais relacionados com o crescimento de regiões meristemáticas das plantas.

**Tabela V.** Diâmetro das plantas aos 60, 90, 120 e 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de plantio (570 kg ha<sup>-1</sup>) com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
	----- 60 DAP -----					
Sem	7.8	9.3	10.3*	9.4	8.7	9.1 A
Com	8.5	9.1	8.7	8.9	8.9	8.8 A
	Mineral 100 % = 8.0					
	CV (%) <sup>+</sup> =9.24; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0.52; DMS <sub>Mineral</sub> = 1.67					
	----- 90 DAP -----					
Sem	11.2	14.5	16.2*	14.3	13.5	13.9 A
Com	13.3	14.0	13.8	13.7	13.9	13.7 A
	Mineral 100 % = 13.15					
	CV (%)= 9.43; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0.84; DMS <sub>Mineral</sub> = 2.65					
	----- 120 DAP -----					
Sem	12.3	16.7	17.1	16.7	17.3	16.1 A
Com	13.9	15.7	16.1	17.1	17.6	16.1 A
	Mineral 100 % = 16.3					
	CV (%)=8.18; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0.85; DMS <sub>Mineral</sub> = 2.68					
	----- 150 DAP -----					
Sem	16.7	19.6	19.8	18.8	19.3	18.8 A
Com	16.3	19.0	19.5	18.6	19.3	18.5 A
	Mineral 100 % = 19.5					
	CV (%)=8.78; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1.06; DMS <sub>Mineral</sub> = 3.36					

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*médias diferentes do mineral por Dunnett (p<0,05).

Quanto à cobertura vegetal, não houve diferença quanto ao uso ou não de bioestimulante. Houve um crescimento lento e gradual da cobertura vegetal. Aos 150 dias após o plantio os tratamentos com dose de 120% de organomineral com e sem bioestimulante obtiveram os maiores percentuais de cobertura vegetal, com 56,1 e 58,2 respectivamente, como retrata a Tabela VI. Comparando a fonte organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral, a cobertura vegetal da cana-de-açúcar sobre o solo foi indiferente Além disso, as reservas nutricionais do solo ajudaram a garantir o desenvolvimento da cobertura inicial das plantas sobre o solo (REICHERT et al., 2016).

**Tabela VI.** Cobertura vegetal (%) aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de plantio ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					Media
	0	60	80	100	120	
----- 30 DAP -----						
Sem	0.87	1.51	0.68	0.52	0.94	0.90 A
Com	0.82	0.86	1.08	1.06	0.84	0.93 A
Mineral 100 % = 0.87						
CV (%)=41.18; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0.24; DMS <sub>Mineral</sub> = 0.76						
----- 60 DAP -----						
Sem	11.34	9.36	9.15	9.65	12.6	10.4 A
Com	5.34	11.31	9.49	9.8	12.01	9.6 A
Mineral 100 % = 7.5						
CV (%)=28.83; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1.82; DMS <sub>Mineral</sub> = 5.76						
----- 90 DAP -----						
Sem	15.16*	23.01	22.2	27.32	26.41	22.81 A
Com	19.17	23.76	25.51	24.92	30.5	24.77 A
Mineral 100 % = 24.62						
CV (%)=17.19; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 2.65; DMS <sub>Mineral</sub> = 8.38						
----- 120 DAP -----						
Sem	22.04	29.19	30.86	30.73	35.35	29.6 A
Com	17.61	28.71	34.75	36.06	41.48	31.7 A
Mineral 100 % = 22.73						
CV (%)=25.44; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 4.92; DMS <sub>Mineral</sub> = 15.57						
----- 150 DAP -----						
Sem	43.8	51.0	52.1	50.8	58.2	51.2 A
Com	47.9	45.7	55.4	55.8	56.1	52.2 A
Mineral 100 % = 46.1						
CV (%)=20.28; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 6.70; DMS <sub>Mineral</sub> =21.20						

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*médias diferentes do mineral por Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Houve diferenças no perfilhamento da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral de lodo de esgoto associados com bioestimulante (Tabela VII). O uso de bioestimulante diferenciou-se quanto à fonte mineral aos 60 e 150 DAP para os

percentuais de recomendação de 100 e 120%, e aos 30 DAP para o percentual de 100%. A aplicação do bioestimulante também aumentou a quantidade de perfilhos em 25,9 e 18,5 perfilhos por metro linear aos 60 e 120 DAP, respectivamente, se comparado com a não utilização do bioestimulante. Silva, Jerônimo e Lúcio (2008) observaram que o número de perfilhos final foi próximo do inicial. Já no estudo que realizado o número de perfilhos inicial (aos 30 DAP) sempre foram maiores que o final (150 DAP), pode-se associar à relação com o uso de bioestimulantes enraizadores que estimularam o desenvolvimento de perfilhos no início do desenvolvimento.

**Tabela VII.** Perfilhamento (unidades  $m^{-1}$ ) da cana-de-açúcar aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de plantio ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					Media
	0	60	80	100	120	
----- 30 DAP -----						
Sem	173.5	195.0	187.5	208.7	199.2	192.8 A
Com	196.0	207.5	203.7	224.2*	208.5	208.0 A
Mineral 100 % = 159.50						
CV (%)=12.41; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 15.76; DMS <sub>Mineral</sub> = 49.86						
----- 60 DAP -----						
Sem	250.5	257.7	254.0	257.7	251.5	254.3 B
Com	257.2	267.0	276.5	303.0*	297.2*	280.2 A
Mineral 100 % = 244.2						
CV (%)=7.58; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 12.98; DMS <sub>Mineral</sub> = 41.04						
----- 90 DAP -----						
Sem	205.7	249.5	241.7	256.7	250.2	240.8 A
Com	220.7	259.2	254.0	270.7	249.5	250.8 A
Mineral 100 % = 230.7						
CV (%)=16.12; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 25.45; DMS <sub>Mineral</sub> = 80.50						
----- 120 DAP -----						
Sem	79.7	100.4	110.7	123.2	127	108.2 B
Com	91.9	130.1	130.6	140.7	140.4	126.7 A
Mineral 100 % = 107.2						
CV (%)=15.72; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 11.83; DMS <sub>Mineral</sub> = 37.44						
----- 150 DAP -----						
Sem	100.9	134.3	166.2	159.8	155.0	143.2 A
Com	102.7	141.6	165.0	177.2*	194.5*	156.2 A
Mineral 100 % = 131.7						
CV (%)=13.73; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 13.13; DMS <sub>Mineral</sub> = 41.54						

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; \*médias diferentes do mineral por Dunnett ( $p < 0,05$ ).

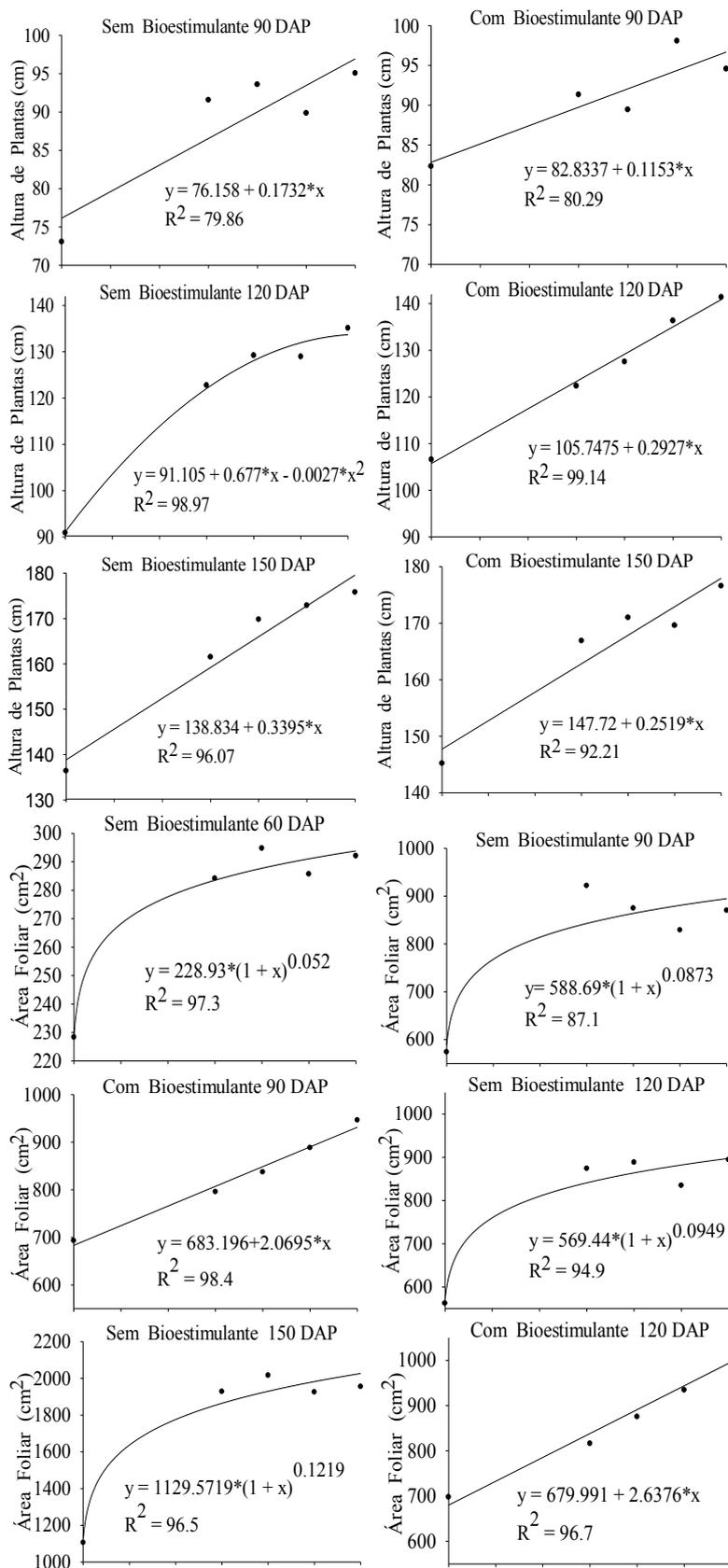
Além disso, o sistema radicular é favorecido pelo aumento da divisão celular e organogênese. O bioestimulante em questão favorece ainda a mediação das respostas das plantas aos fatores extrínsecos, controlando a recepção de luz na parte aérea, água e nutrientes para as raízes. Ainda, contribuem com a formação de gemas e expansão da área foliar e assim aumentando a taxa fotossintética (KOPRINA et al., 2016). Magalhães et al. (2016) estudando o crescimento inicial da mandioca sob efeito de bioestimulante vegetal concluíram que há maior crescimento da planta com o uso do bioestimulante aqui testado.

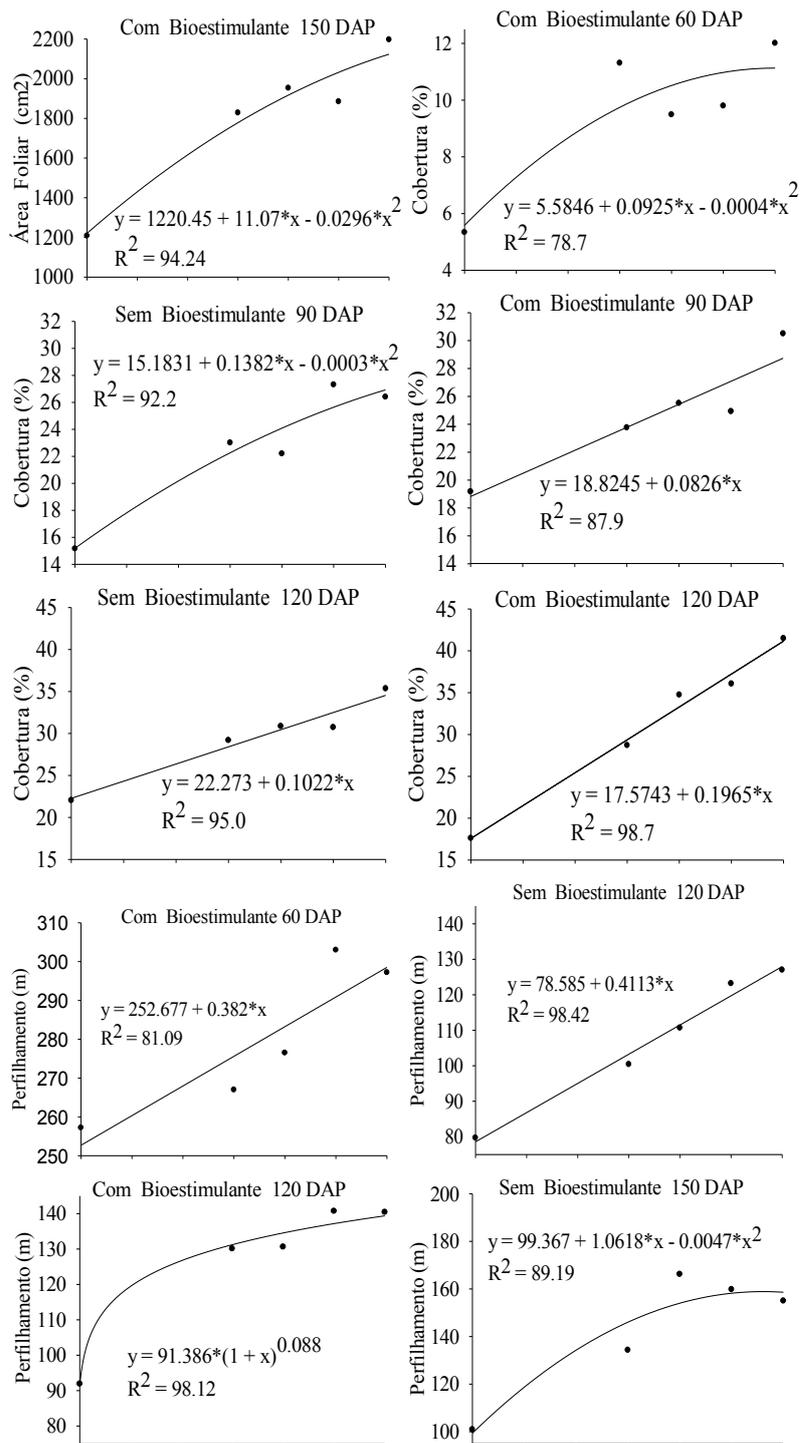
Os diferentes percentuais de adubação de plantio promoveram incrementos na cobertura vegetal, perfilhamento, área foliar, diâmetro e altura de plantas de cana-de-açúcar (Figura 2). A maior quantidade dos modelos de regressão (60 %) apresentaram incrementos lineares e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) maiores que 90 %. As demais equações polinomiais quadráticas encontraram-se próximo ao ponto máximo de resposta da maior dose de recomendação. As equações power 2, parameter modified II apresentaram um desenvolvimento das variáveis cobertura vegetal, perfilhamento, área foliar, diâmetro e altura de plantas acentuado no início com o fornecimento de fertilizante na dose estimada de 20 % da recomendação. Aumentando-se o percentual de recomendação a taxa de desenvolvimento das variáveis é reduzida. Somente um modelo polinomial quadrático destacou redução acentuada do diâmetro de colmo com o aumento das doses do fertilizante.

É notável a resposta da cultura ao crescente fornecimento do fertilizante organomineral a base de biofósforo. Um solo de baixa fertilidade possui um baixo poder tamponante de nutriente (CLARHOLM e SKYLLBERG, 2013; JIANG et al., 2013). Assim, ao adicionar uma quantidade de fertilizantes rapidamente haverá acentuada absorção dos nutrientes. Da mesma forma, iniciando-se um déficit nutricional no solo as plantas rapidamente terão seu desenvolvimento reduzido (GHIBERTO et al., 2015).

Ao contrário, na área de alta fertilidade do solo o poder tamponante do mesmo é grande (CLARHOLM and SKYLLBERG, 2013; JIANG et al., 2013). Havendo adição de fertilizantes as plantas irão absorver os nutrientes conforme suas necessidades, as quais são menores por estar sobrevivendo em um solo fértil. A alta fertilidade do solo é suficiente para garantir o satisfatório desenvolvimento das plantas sem a necessidade de adição de fertilizantes (GOLDEMBERG et al., 2008). Para garantir o alto poder tamponante do solo ressalta-se a necessidade de sempre estar repondo o conteúdo

nutricional do solo com fertilizantes, principalmente orgânicos ou organominerais (KIRKELS et al., 2014).





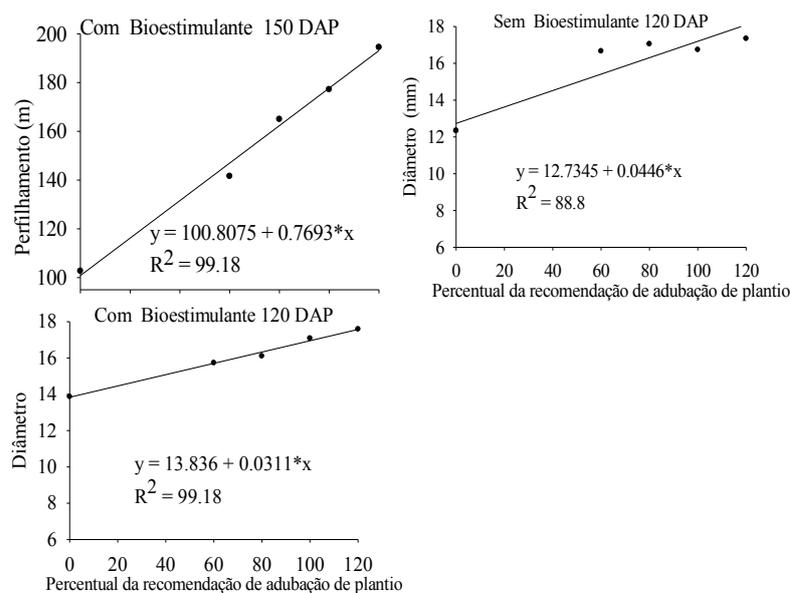


Figura 2. Modelos de regressão significativos a 0.05, para área foliar ( $\text{cm}^2$  perfilho $^{-1}$ ), cobertura vegetal (%), altura de plantas (m), perfilhamento (unidades  $\text{m}^{-1}$ ) e diâmetro (mm) de colmo em função de doses de organomineral a base de bioossólido com e sem bioestimulante em área de baixa fertilidade durante cinco meses.

#### 4. CONCLUSÃO

O adubo organomineral de lodo de esgoto foi eficaz, favorecendo e incrementando o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar;

O uso de bioestimulante não contribui para o desenvolvimento inicial da cultura.

A adubação com fertilizante organomineral a base de bioossólido é semelhante à adubação com fertilizante mineral, para o mesmo percentual de recomendação.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação**. Viçosa, MG, p 25 - 32. 1999.

ALVES FILHO, Amilton. **Desinfecção de lodo de esgoto anaeróbico para fins agrícolas**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12207/1/DesinfeccaoLodoEsgoto.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

BERTOLIN, D. C. et al. **Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes**. *Bragantia*, vol.69, no.2, p.339-347. 2010.

CATO, S.C. Ação de bioestimulante nas culturas do amendoineiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas . 2006. 74p. (Tese) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CHERUBIN, M. R.; FRANCO, A. L. C.; CERRI, C. E. P.; OLIVEIRA, D. M. da S.; DAVIES, C. A.; CERRI, C. C. Sugarcane expansion in Brazilian tropical soils - Effects of land use change on soil chemical attributes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 211, p. 173-18, 2015.

CIVIERO, J. C.; DAROS, E.; MELO, L. J. O. T. de; WEBER, H.; MOGOR, A. F. FIGUEIREDO, G. G. O. Application of humic substance and L-glutamic amino acid in different sizes of 1-bud sett of sugarcane. **Revista de Ciências Agrárias**, v.37, n.3, Lisboa, 2014.

CLARHOLM, M., SKYLLBERG, U. Translocation of metals by trees and fungi regulates pH, soil organic matter turnover and nitrogen availability in acidic soils. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 63, p. 142 - 153, 2013.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. v.5 - safra 2018/19 n.4 - Quarto Levantamento. Brasília, p. 1-75. Abril de 2019. In:

CORRÊA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Biosolids effectiveness to yield ryegrass based on their nitrogen content. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), vol.62, no.3, p.274-280, 2005.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: RJ. Embrapa Solos, 2011, 230p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: RJ. Embrapa Solos, 2013. 350p.

FRANCO, H.C.J. et al. Eficiência agronômica da adubação nitrogenada de cana- planta. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. 112 p. 2008.

FIGUEIRA, J. de A.; CARVALHO, P. H.; SATO, H. H. Sugarcane starch: quantitative determination and characterization. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 31, n. 3, p. 806-815, 2011.

GAVA, G.J.C.; Trivelin, P.C.O.; Oliveira, M.W. & Penatti, C.P. (2001) - Crescimento e acúmulo de N em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 36, n. 11, p. 1347-1354.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001001100004>

GHIBERTO, P. J.; LIBARDI, P. L.; TRIVELIN, P. C. O. Nutrient leaching in an Ultisol cultivated with sugarcane. **Agricultural Water Management** V. 148, p. 141 - 149, 2015.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy** v. 36, p. 2086 - 2097, 2008.

GUIMARÃES, G. et al. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.617-625, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402016000400006>.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

JORGE, L. A. de C.; SILVA, D. J. da C. B. SisCob: Manual de Utilização. Embrapa Instrumentação Agropecuária. São Carlos, SP. 18p, 2009.

KASEKER, J. F. et al. Alteração do crescimento e dos teores de nutrientes com utilização de fertilizante organomineral em cenoura. **Rev. Ceres**, vol.61, no.6, p.964-969. 2014.

KIRKELS, F. M. S. A.; CAMMERAAT, L. H.; KUHN, N. J. The fate of soil organic carbon upon erosion, transport and deposition in agricultural landscapes - A review of different concepts. *Geomorphology*, v. 226, p. 94-105, 2014.

KOPRNA, R.; DIEGO, N. D.; DUNDÁLKOVÁ, L.; SPÍCHAL, L. Use of cytokinins as agrochemicals. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, v. 24, 484-492, 2016.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypiumhirsutum* L.). *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

MAGALHÃES, J. E. de S.; FERREIRA, E. A.; OLIVEIRA, M. C. de; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B. dos. Effect of plant-biostimulant on cassava initial growth. *Revista Ceres*, v. 63, n. 2, p. 208-213, 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2015. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acessado em: 06 de abril de 2015.

NOBILE, F O. et al. Variáveis biométricas da cana-de-açúcar fertilizada com resíduos orgânicos e industrial e irrigada com água servida e potável. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p.193-200, jan./fev. 2011.

REICHERT, J. M.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. RODRIGUES, M. F.; SUZUKI, L. E. A. S. Land use effects on subtropical, sandy soil under sandyization/desertification processes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. v. 233, n. 3, p. 370-380, 2016.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.039>

ROBERTSON, M.J.; WOOD, A.W. MUCHOW, R.C. - Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia: I. radiation use, biomass accumulation and partitioning. *Field Crops Research*, vol. 48, n. 1. p. 11-25, 1996.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290\(96\)00041-X](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290(96)00041-X)

SILVA, M. de A.; JERONIMO, E. M.; LÔCIO, Al. D. Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 8, p.979-986, 2008.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TAVARES, O. C. H.; LIMA, E.; ZONTA, E.. Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p.61-68, 1 jan. 2010. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.2051>.