



AGRONOMIA

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

ISRAEL MENDES SOUSA

Morrinhos, GO

2016

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS MORRINHOS

BACHARELADO EM AGRONOMIA

DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTILIZADA
COM ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE

ISRAEL MENDES SOUSA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos,
como requisito parcial para a obtenção do
Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Msc. Emmerson Rodrigues
de Moraes

Morrinhos – GO
Dezembro, 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

S725d Sousa, Israel Mendes.

Desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. / Israel Mendes Sousa. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2016.
23 f. : il. color.

Orientador: Me. Emmerson Rodrigues de Moraes.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2016.

1. *Saccharum officinarum* L. 2. Fertilização organomineral. 3. Nutrição mineral. I. Moraes, Emmerson Rodrigues. II. Instituto Federal Goiano. Curso de Bacharelado em Agronomia. III. Título

CDU 633.61

ISRAEL MENDES SOUSA

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

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADA em 19 de dezembro de 2016
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Msc. Sílvio Luís de Carvalho
Membro
FAFICH – Faculdade de Filosofia e Ciências
Humanas de Goiatuba

Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva
Membro
IF Goiano – Campus Morrinhos

Prof. Msc. Emmerson Rodrigues de Moraes
Orientador
IF Goiano – Campus Morrinhos

Morrinhos – GO

Dezembro, 2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que me concedeu a graça de poder realizar mais um objetivo em minha vida. Aos meus pais Clever e Cleusa que acreditaram e investiram em mim durante todos esses anos. A minha companheira Gabrielly que me deu força e me apoiou em todos os momentos dessa caminhada. Aos meu amigos e colegas pelos incentivos e pelo apoio. E por fim ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos GO em nome de todos os professores e técnicos administrativos com quem tive a honra de estudar e trabalhar.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por nos dar graça e força durante a jornada de nossas vidas, a minha família e minha companheira que sempre esteve do meu lado durante essa conquista.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, que me deu suporte para a realização deste curso.

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

Aos meus amigos com quem compartilhei experiências e vivenciei amizades.

A todos os professores do curso que foram tão importantes na minha vida acadêmica e especialmente ao professor, Emmerson Rodrigues pelo incentivo e orientação deste trabalho.

Muito obrigado!!!

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1- INTRODUÇÃO	10
2- MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1- Produção do organomineral farelado	14
2.2- Delineamento estatístico	14
2.3- Análise estatística.....	16
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4- CONCLUSÃO	21
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

SOUSA, Israel Mendes. **Desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante**. 2016. 25p Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos – GO, 2016

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.* L.) é de grande importância econômica pelo fato de que o Brasil é o maior produtor mundial. O Sudeste se destaca nesta produção, sendo que os principais estados produtores são São Paulo, Goiás e Minas Gerais. É de suma importância estudar o uso de fertilizantes organominerais, pois estes geram grandes expectativas quanto eficiência, economia, e sustentabilidade das adubações, o lodo de esgoto (biossólido) é um resíduo sólido resultante de processos de tratamento biológico de esgoto, e é uma das alternativas organominerais para a fertilização de culturas de valor econômico. Objetivou-se avaliar o desempenho inicial da cultura da cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral associados a bioestimulante, através de análises de cobertura vegetal do solo, área foliar da cultura, perfilhamento, diâmetro de colmo e altura de plantas. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Campus Morrinhos – GO. As combinações dos tratamentos em função da recomendação de adubação de plantio (470 kg ha⁻¹ formulado 04-21-07) durante os ciclos da cultura foram: 100 % da fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Sem Bioestimulante) e 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com Bioestimulante) fonte organomineral de biossólido. Os diferentes percentuais de adubação de plantio foram indiferentes quanto cobertura vegetal, área foliar, diâmetro de colmo e altura de plantas, a aplicação de biostimulante promoveu incrementos nos resultados de cobertura vegetal, perfilhamento, e área foliar das plantas de cana-de-açúcar sobre o solo até os 150 DAP.

Palavras-chave: *Saccharum spp.*; Stimulate®; Biossólido.

ABSTRACT

SOUSA, Israel Mendes. **Initial development of the sugarcane fertilized with mineral organic of sewer mud and bio-stimulant.** 25p. Completion of course work (Course of Bachelor in Agronomy). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2016.

The culture of the sugarcane (*Saccharum spp.* L.) it is of great importance economic for the fact that Brazil is the largest world producer. The southeast stands out in this production, and the main states producers are São Paulo, Goiás and Minas Gerais. It is of addition importance to study the use of fertilizers mineral organic, because these generate great expectations as efficiency, economy, and sustainability of the manurings, the sewer mud (bio-solid) it is a solid residue resulting from processes of biological treatment of sewer, and it is one of the alternatives mineral organic for the fertilization of cultures of economical value. It was aimed at to evaluate the initial acting of the culture of the sugarcane, fertilized with mineral fertilizer and associated mineral organic the bio-stimulant, through of analyses vegetable covering of the soil, area to foliate of the culture, tillering, stem diameter and height of plants. The experiment was accomplished in the Federal Institute of Education, Science and Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos - GO. The combinations of the treatments in function of the recommendation of planting manuring (470 kg have-1 formulated 04-21-07) during the cycles of the culture they were: 100% of the mineral source; 0; 60; 80; 100 and 120% (Without bio-stimulant) and 0; 60; 80; 100 and 120% (With bio-stimulant) source mineral organic of bio-solid. The different ones percentile of planting manuring they were indifferent as vegetable covering, area to foliate, stem diameter and height of plants, the bio-stimulant application promoted increments in the results of vegetable covering, tillering, and area to foliate of the sugarcane plants on the soil to 150 DAP.

Key-words: *Saccharum spp.*; Stimulate®; Bio-solid.

1- INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp. L.*) produzindo o dobro da Índia segundo colocado (Nihei, 2015). No setor agropecuário Brasileiro essa cultura tem uma grande representatividade, sendo a 2ª maior commodity, atrás apenas da cultura do café.

Com relação as cinco regiões brasileiras, Sudeste a área reduziu em relação à safra anterior, uma vez que as chuvas atrasaram a colheita, mas a recuperação de produtividade do canavial responde pelo aumento de 7,5% na produção total; no Centro-Oeste em função do excesso de chuvas no Mato Grosso do Sul, a região teve redução de área colhida em relação à safra passada, mas o aumento de produtividade foi expressivo, 12,2%; Nordeste além do declínio na área destinada à produção de açúcar e etanol, houve queda na produtividade, principalmente em Alagoas e Pernambuco, maiores produtores da região. Isso é reflexo do déficit hídrico e abandono de lavouras pelos fornecedores; Sul quarta maior região produtora, apesar do forte declínio na área, as produtividades são superiores à safra anterior (17,9%), frente às boas condições climáticas. O excesso de chuva atrasou a colheita e prejudicou o acúmulo de ATR; e Norte que é responsável por 1% da produção total.

Apesar do decréscimo de 3,9% de área plantada com cana-de-açúcar no Brasil, das safras 2014/15 para 2015/16 estima-se que haverá um aumento de produção de 4,9%, esse decréscimo foi reflexo do comportamento da safra em três grandes estados produtores: São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, onde o excesso de chuva atrasou a colheita, o que fez com que houvesse cana bisada a ser colhida na próxima safra, e Alagoas onde duas unidades de produção deixaram de funcionar nesta safra.

A área cultivada colhida no Brasil 2015/16 foi de 8.654,2 mil hectares. São Paulo maior produtor possui 52% (4.498,3 mil hectares), seguido por Goiás com 10,4% (885,8 mil hectares) e Minas Gerais com 10,1% (866,5 mil hectares). Neste levantamento, a produtividade média brasileira está estimada em 73,2 t/ha, maior que a safra 2014/15, que foi de 76,9 t/ha. Com o incremento de 9,1% o Brasil deverá produzir 665,6 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

O estudo dos fertilizantes organominerais na cultura da cana-de-açúcar geram grandes expectativa na eficiência, economia e sustentabilidade das adubações. Borges et al. (2015)

avaliaram produtividade de soja com adubação mineral e organomineral, e obtiveram as maiores produções trabalhando com organominerais resultantes de cama de frango. Segundo Gurgel et al. (2015) o uso de biofertilizante organomineral pode substituir total ou parcialmente a utilização de fertilizantes minerais, além de reduzir a geração de resíduos de agroindústrias. 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 por meio da utilização de fertilizantes organominerais vem sendo realizados na cultura da cana-de-açúcar. Santos et al. (2014), avaliaram o comportamento da cana-de-açúcar no ciclo de cana-soca em função da adubação com torta de filtro enriquecida com fontes solúveis de fósforo e concluíram que o fósforo aplicado no sulco de plantio manifestou efeito residual no ciclo seguinte, melhorando as qualidades de perfilhamento, índice de área foliar, produtividade de colmos e de açúcar.

Sousa (2014), ao avaliar a eficiência agrônômica da utilização de fertilizante organomineral na cana-de-açúcar, concluiu que o fertilizante organomineral mostrou-se mais eficiente que o fertilizante mineral tanto em cana planta quanto em cana soca, podendo substituir o fertilizante mineral e apresentar até 24% a mais de eficiência na produção de colmos de cana-de-açúcar, além de proporcionar uma maior lucratividade por hectare quando comparado ao fertilizante mineral.

O lodo de esgoto (biossólido) é um resíduo sólido resultante de processos de tratamento biológico de esgoto. Toneladas desse produto são produzidos em estações de tratamento de esgoto, para o qual é preciso dar um destino correto, principalmente do ponto de vista ambiental. A utilização do lodo de esgoto na agricultura destaca-se como prática viável do ponto de vista ambiental, social, agrônômico e econômico. Ferraz (2016) ao avaliar a fertilidade do solo, nutrição mineral, e o crescimento de árvores de eucalipto com diferentes tipos de lodos de esgoto, observou que a aplicação de lodo de esgoto aumentou o teor de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo na camada de 0-5 cm de profundidade de solo, bem como as concentrações de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco nas folhas de eucalipto.

O uso de lodo de esgoto tratado já foi destinado para aplicação nos cultivos de adubação verde, amora, azevém, café, cana-de-açúcar, cevada, citrus, feijão, milho, soja, implantação de grama e reflorestamentos de eucalipto e pinus. São ótimos os resultados apresentados em todas essas culturas, com melhorias nos índices de aumento de produtividade de 20 a 60%. (UNEP, 2016).

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicados diretamente nas plantas para alterar seus processos vitais e estruturais para aumentar produção e a qualidade de culturas de interesse econômico (Laca-Buendia, 1989).

A aplicação dos bioestimulantes tem como objetivo manter o equilíbrio hormonal da planta, tornando-a menos suscetível a estresses. Doses crescentes de bioestimulante não influenciam na produção de biomassa de mudas de soja, entretanto aumentam a germinação e o vigor das sementes submetidas a tratamento com bioestimulante. (BEZERRA, 2015). 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).

A cana-de-açúcar passa por quatro estágios de desenvolvimento, que são brotação, perfilhamento, crescimento de colmos e maturação, estes três primeiros estão relacionados diretamente com o desenvolvimento inicial da cultura, e são fases determinantes para uma boa produção da cultura. Brotação depende mais de fatores internos que é a qualidade da gema e quantidade de substâncias de reserva contidas no colmo, já o perfilhamento é mais influenciado por fatores externos, dentre estes luminosidade adequada e nutrição da planta que são os principais limitantes, do perfilhamento, e conseqüentemente da produção.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho inicial da cultura da cana-de-açúcar, adubada com fertilizante mineral e organomineral associados a bioestimulante, através de análises de cobertura vegetal do solo, área foliar da cultura, perfilhamento, diâmetro de colmo e altura de plantas.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Campus Morrinhos - GO, localizado nas coordenadas 17° 48' 33,7" S e 49° 12' 19,9" W, estando a uma altitude de 900 metros. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Dados meteorológicos foram captados via estação meteorológica do Campus Morrinhos (Figura 1). Nos três primeiros meses de cultivo realizamos o manejo de irrigação da cultura para atender as necessidades hídricas da mesma.

Este foi o primeiro ano de cultivo. Historicamente, por aproximadamente quinze anos cultivou-se milho e soja em anos alternados permanecendo em pousio nos demais meses do

ano, em todas as safras. Foi feita análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1). O solo é argiloso com 40,9 % de argila, 21,2 % de silte e 37,9 % de areia.

Com base no laudo da análise química do solo, optamos por realizar alguns manejos com a finalidade de aumentar a fertilidade do solo antes da instalação do experimento. Foi feita uma fosfatagem a lanço com 800 kg ha⁻¹ de termofosfato Yoorin® (16 % P₂O₅; 18 % Ca; 7 % Mg; 0,10 % B; 0,05 % Cu; 0,30 % Mn; 10 % Si; 0,55 % Zn). Fez-se uma gradagem com grade aradoura intermediária 16 x 28" e nivelamento do solo com grade niveladora 36 x 22". Semeou-se 30 kg ha⁻¹ de sementes de *Crotalaria juncea*, cultivou e no intenso florescimento ceifou-se. Após quatro meses da roçagem fez-se uma dessecação com 3,0 L.ha⁻¹ de glyphosate e 1,0 L.ha⁻¹ de 2, 4-D. Abriu os sulcos para plantio com sulcador com abertura de haste de 52 a 82 cm e altura 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro⁻¹ através de mudas na profundidade de 30 a 40 cm de profundidade.

O experimento foi implantado em junho de 2015, utilizando a cultivar RB 92 579. A recomendação de adubação de plantio foi de 470 kg ha⁻¹ formulado 04-21-07 e cobertura de 400 kg ha⁻¹ do 10-00-40 + 0,7% de B aos 150 dias após plantio (DAP).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do ensaio.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.
	1:2,5	-----cmol _c dm ⁻³ -----			--Mg dm ⁻³ ---		-cmol _c dm ⁻³ -		----%----		-g kg ⁻¹ -
<i>Área de Alta Fertilidade</i>											
0-20	6,0	2,1	0,6	0,0	11,6	136	2,5	5,55	55	0	2,7
20-40	5,9	1,2	0,3	0,0	3,0	55	2,5	4,14	40	0	1,1

pH em H₂O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich⁻¹); H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico. Metodologias baseadas em Embrapa (2013).

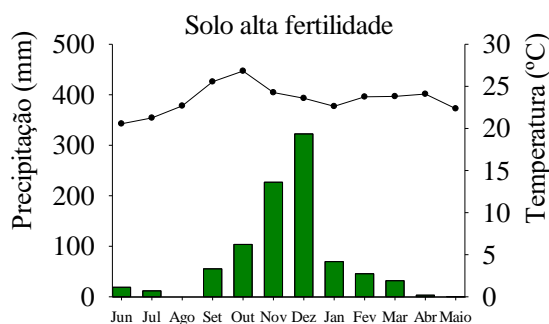


Figura 1. Média da precipitação (mm) e temperatura (°C) da área experimental durante o ciclo da cultura.

2.1- Produção do organomineral farelado

O organomineral foi produzido a partir do biossólido 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 biossólido, ainda úmido passou por um tratamento químico incorporando-se 30 % de cal hidratada sobre a parte sólida existente no centrifugado. Após incorporando 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 é analisado em laboratório de química do solo. 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.

2.2- Delineamento estatístico

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 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 m². A área total de cada parcela foi de 75 m². Carreadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos. A recomendação de adubação de plantio foi atendida utilizando-se as fontes organomineral oriundo do lodo de esgoto e mineral. Foi

utilizado bioestimulante enraizador Stimulate® (0,09 g dm⁻³ de citocinina, 0,05 g dm⁻³ de auxina e 0,05 g dm⁻³ de giberelina) via inoculação (0,75 l ha⁻¹) e volume de calda de 100 L ha⁻¹ sobre o tolete no sulco de plantio.

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.

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⁻¹, respectivamente. O controle de formigas e cupins foi realizado com o princípio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g.ha⁻¹ do ingrediente ativo .

Foi avaliado aos 30, 60, 90, 120, e 150 DAP o percentual de cobertura vegetal da planta sobre o solo e o perfilhamento. E aos 60, 90 e 120, e 150 DAP avaliou-se a área foliar, diâmetro 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 avaliado a contagem de perfilhos em oito metros centrais das quatro linhas úteis. O diâmetro foi avaliado com paquímetro digital na altura do terceiro 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. Mensurou-se a área foliar total média das mesmas. Anotou-se a área foliar da folha +3 das dez folhas e estabeleceu a média. Mediu-se a área foliar da folha +3 nos tratamentos.

$$\text{Área foliar (cm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{Média da área foliar da folha +3} * \text{Média da área foliar das dez plantas}}{\text{Média da área foliar da folha +3 das dez plantas}}$$

O percentual de cobertura vegetal, diâmetro, altura e área foliar foram avaliadas em 12 plantas de cada parcela, em oito metros centrais das quatro linhas úteis.

2.3- Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey que comparou as fontes, e Dunnett que comparou as doses a 0,05 de significância software “Assistat 7.7 Beta” (SILVA e AZEVEDO, 2009) e IBM SPSS Statistics versão 20.0. (Marôco, 2011). Os ajustes das equações de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 5% de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Não houve significância nos testes de regressão. Foi feito os testes de pressuposições da ANOVA referente à normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias a 1% de probabilidade.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fertilizante organomineral a partir dos 120 DAP com bioestimulante aumentou a cobertura de plantas de cana-de-açúcar sobre o solo. Provavelmente isso ocorreu devido ter na sua composição os hormônios vegetais citocinina, auxina e giberelina que estimula o crescimento meristemático. Assim, as plantas ficaram mais estáveis, assimilando com maior facilidade os nutrientes. Silva et al. (2010) e Ferreira et al. (2013) relataram um aumento da produtividade de colmos e de açúcar em soqueira independente do genótipo, com o uso de biorreguladores vegetais.

Comparando a fonte organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral, a cobertura vegetal da cana-de-açúcar sobre o solo foi indiferente (Tabela 2). Não houve significância comparando 100 % do percentual de recomendação com a fonte mineral e os extremos da fonte organomineral (sem fertilizante e 120 % da recomendação, com e sem bioestimulante). O crescimento inicial da cana-de-açúcar é favorecido das reservas nutricionais do tolete (FIGUEIRA et al., 2011). Além disso, as reservas nutricionais do solo ajudaram a garantir o desenvolvimento da cobertura inicial das plantas sobre o solo (REICHERT et al., 2016). Na ocasião das avaliações o bioestimulante dos 30 aos 90 DAP, não apresentaram incremento na cultura sob cobertura vegetal.

Tabela 2. Cobertura vegetal (%) da cana-de-açúcar sobre o solo em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 30 DAP -----						
Sem	0,9	1,3	0,7	0,5	0,9	0,8 A
Com	0,8	0,7	1,1	1,1	0,8	0,9 A
Mineral 100 % = 0,9						
CV (%)=39.09; DMS _{Bioestimulante} = 0,2; DMS _{Mineral} = 0,7; W=0,01; F=0,04; F'= 0,17						
----- 60 DAP -----						
Sem	1,4	1,1	1,1	1,4	1,2	1,2 A
Com	1,0	1,4	1,9	1,2	1,3	1,2 A
Mineral 100 % = 1,1						
CV (%)= 37.90; DMS _{Bioestimulante} = 0,29; DMS _{Mineral} = 0,93; W= 0,43; F=; 0,37F'= 0,25						
----- 90 DAP -----						
Sem	1,4	1,2	1,4	1,5	1,3	1,4 A
Com	1,6	1,9	1,4	2,0	1,2	1,6 A
Mineral 100 % = 1,2						
CV (%)=30.39; DMS _{Bioestimulante} = 0,29; DMS _{Mineral} = 0,29; W= 0,14; F= 0,54; F'= 0,57						
----- 120 DAP -----						
Sem	2,5	2,3	3,2	3,4	2,6	2,8 B
Com	4,6	3,5	3,9	5,4	5,4	4,6 A
Mineral 100 % = 4,7						
CV (%)=42.93; DMS _{Bioestimulante} = 1,05; DMS _{Mineral} = 3,31; W= 0,50; F= 0,07; F'= 0,32						
----- 150 DAP -----						
Sem	18,9	32,5	28,1	21,9	20,0	24,3 B
Com	31,3	36,0	40,0	45,8	34,5	37,5 A
Mineral 100 % = 29,9						
CV (%)=34.19; DMS _{Bioestimulante} = 6,80; DMS _{Mineral} = 21,5; W= 0,91; F= 0,13; F'= 0,20						

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 ($p < 0,05$). W, F e F': pressuposições dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de blocos onde valores em negrito indicam, resíduos com distribuição anormal, variâncias heterogêneas e não aditividade de blocos, respectivamente, todos a 0,01 de significância.

Houve diferenças no perfilhamento da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral de lodo de esgoto associados com bioestimulante (Tabela 3). O bioestimulante aumentou o perfilhamento das plantas partir dos 90 DAP. O mesmo pode ter sofrido influência devido as plantas alcançarem maior desenvolvimento e expansão radicular na presença do composto hormonal.

O desenvolvimento do 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 (KOPRNA 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.

Tabela 3. Perfilhamento (m^{-1}) da cana-de-açúcar em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 30 DAP -----						
Sem	7.0	6.8	6.2	5.5	6.7	6.4 A
Com	7.0	6.8	7.9	7.7	6.3	7.1 A
Mineral 100 % = 6.4						
CV (%)=26.59; DMS _{Bioestimulante} = 1.16; DMS _{Mineral} = 3.67; W=0,96; F=0,35; F'= 0,06						
----- 60 DAP -----						
Sem	14.6	15.1	15.1	13.3	15.5	14.7 A
Com	15.4	15.4	15.7	15.7	13.7	15.2 A
Mineral 100 % = 14.96						
CV (%)=10.47; DMS _{Bioestimulante} = 1.01; DMS _{Mineral} = 3.20; W= 0,99; F= 0,50; F'= 0,89						
----- 90 DAP -----						
Sem	16.6	16.8	16.1	14.2	15.8	15.9 B
Com	18.2	18.1	18.6	19.1	16.2	18.1 A
Mineral 100 % = 15.9						
CV (%)=15.91; DMS _{Bioestimulante} = 1.73; DMS _{Mineral} = 5.49; W= 0,76; F= 0,28; F'= 0,12						
----- 120 DAP -----						
Sem	18.6	21.1	19.2	18.1	19.4	19.3 B
Com	22.4	20.7	23.0	23.3	21.4	22.2 A
Mineral 100 % = 20.9						
CV (%)=20.04; DMS _{Bioestimulante} = 2.7; DMS _{Mineral} = 8.49; W= 0,29; F= 0,38; F'= 0,16						
----- 150 DAP -----						
Sem	28.5	30.6	26.5	28.1	27.9	28.3 B
Com	31.2	33.1	37.2	36.5	33.4	34.3 A
Mineral 100 % = 31.8						
CV (%)=18.09; DMS _{Bioestimulante} = 3.66; DMS _{Mineral} = 11.58; W= 0,77; F= 0,49; F'= 0,15						

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 ($p < 0,05$). W, F e F': pressuposições dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de blocos onde valores em negrito indicam, resíduos com distribuição anormal, variâncias heterogêneas e não aditividade de blocos, respectivamente, todos a 0,01 de significância. ⁺Dados transformados com \sqrt{x} .

Houve diferenças de área foliar nos tratamentos sem e com bioestimulante na área aos 60 DAP (Tabela 4). Nos primeiros 60 DAP ainda há surgimentos de brotações e desenvolvimento das primeiras folhas, o bioestimulante incrementou área foliar nas plantas. Comparando a fonte organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral, a área foliar da cana-de-açúcar não apresentou resultados diferentes entre si. 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). Provavelmente os resultados de área foliar foram equivalentes com relação as fontes nas três últimas avaliações devido o solo apresentar alta fertilidade, e assim as plantas já apresentavam o máximo potencial. O crescimento inicial da cana-de-açúcar é favorecido das reservas nutricionais do tolete (CIVIERO et al, 2014).

Tabela 4. Área foliar da cana-de-açúcar em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 60 DAP -----						
Sem	106.5	133.5	151.3	114.2	121.2	125.3 B
Com	131.0	159.8	146.2	149.2	156.6	148.5 A
Mineral 100 % = 134.4						
CV (%)=24.96; DMS _{Bioestimulante} = 22.05; DMS _{Mineral} = 69.72; W= 0,83; F= 0,26; F'=0,85						
----- 90 DAP -----						
Sem	141.9	171.5	178.6	150.4	150.0	158.4 A
Com	146.1	177.9	169.8	185.0	195.6	174.9 A
Mineral 100 % = 161.6						
CV (%)=17.00; DMS _{Bioestimulante} = 18.26; DMS _{Mineral} = 57.75; W= 0,44; F= 0,01; F'= 0,65						
----- 120 DAP -----						
Sem	241.4	287.8	296.2	305.9	291.1	284.5 A
Com	255.7	296.0	282.8	383.3	350.0	313.5 A
Mineral 100 % = 356.2						
CV (%)=21.07; DMS _{Bioestimulante} = 41.41; DMS _{Mineral} = 130.96; W= 0,19; F= 0,68; F'= 0,60						
----- 150 DAP -----						
Sem	760.3	906.7	933.6	963.6	967.1	906.2 A
Com	805.4	932.3	890.9	1157.3	1102.5	977.7 A
Mineral 100 % = 1047.2						
CV (%)=19.54; DMS _{Bioestimulante} = 120.14; DMS _{Mineral} = 379.94; W= 0,30; F= 0,61; F'= 0,67						

Medias seguidas por letras distintas, na coluna, para cada época, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; *médias diferentes do mineral por Dunnett ($p < 0,05$). W, F e F': pressuposições dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de blocos onde valores em negrito indicam, resíduos com distribuição anormal, variâncias heterogêneas e não aditividade de blocos, respectivamente, todos a 0,01 de significância.

Houve diferenças de diâmetro de colmo nos tratamentos sem e com bioestimulante somente aos 90 DAP. Com o bioestimulante o diâmetro de colmo foi 7,7 % maior com 8,4 mm (Tabela 5).

O diâmetro de colmo da cana-de-açúcar fertilizado com organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral foram indiferentes (Tabela 5). 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 mais resultados devido sua composição hormonal, os

hormônios vegetais em questão estão mais relacionados com o crescimento de regiões meristemáticas das plantas.

Tabela 5. Diâmetro de plantas de cana-de-açúcar em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 60 DAP -----						
Sem	5.5	6.7	6.2	5.3	5.7	5.9 A
Com	5.7	6.1	6.2	6.9	6.0	6.2 A
Mineral 100 % = 6.6						
CV (%)=16.91; DMS _{Bioestimulante} = 0.66; DMS _{Mineral} = 2.10; W= 0,91; F= 0,01; F'= 0,16						
----- 90 DAP -----						
Sem	7.5	8.1	8.2	7.4	7.6	7.8 B
Com	8.0	8.4	8.0	8.8	8.6	8.4 A
Mineral 100 % = 7.9						
CV (%)=9.84; DMS _{Bioestimulante} = 0.51; DMS _{Mineral} = 1.62; W= 0,99; F= 0,05; F'= 0,20						
----- 120 DAP -----						
Sem	8.3	9.4	9.6	9.2	9.5	9.2 A
Com	8.5	9.3	9.1	10,0	10.4	9.5 A
Mineral 100 % = 9.0						
CV (%)= 15.50; DMS _{Bioestimulante} = 0.93; DMS _{Mineral} = 2.95; W= 0,49; F= 0,13; F'= 0,42						
----- 150 DAP -----						
Sem	13.0	15.7	16.8	14.5	15.6	15.2 A
Com	14.6	16.6	16.4	16.6	17.7	16.4 A
Mineral 100 % = 15.5						
CV (%)=15.60; DMS _{Bioestimulante} = ; DMS _{Mineral} = 5.01; W= 0,05; F= 0,03; F'= 0,006						

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 ($p < 0,05$). W, F e F': pressuposições dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de blocos onde valores em negrito indicam, resíduos com distribuição anormal, variâncias heterogêneas e não aditividade de blocos, respectivamente, todos a 0,01 de significância. +Dados transformados com \sqrt{x} .

Houve diferenças de altura nos tratamentos somente com relação ao uso ou não do bioestimulante aos 150 DAP (Tabela 6). Não houve diferença na altura de plantas de cana-de-açúcar fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e a fonte mineral. Aos 150 DAP o uso de bioestimulante promoveu maior altura de plantas, provavelmente devido os incremento de citocinina, giberelina e auxina, estes hormônios vegetais estimulam o desenvolvimento das regiões meristemáticas, conseqüentemente com um sistema radicular maior e mais vigoroso ocorre maior absorção de água e nutrientes, e isso se reflete em parte aérea. O desenvolvimento do sistema radicular é favorecido pelo aumento da divisão celular e organogênese (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Tabela 6. Altura de plantas de cana-de-açúcar em cinco períodos de avaliação e em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
----- 60 DAP -----						
Sem	34.2	37.1	38.8	33.7	34.8	35.7 A
Com	37.2	37.8	37.9	39.5	41.3	38.7 A
Mineral 100 % = 36.4						
CV (%)=15.63; DMS _{Bioestimulante} = 3.75; DMS _{Mineral} = 11.87; W= 0,66; F= 0,21; F'= 0,08						
----- 90 DAP -----						
Sem	35.3	37.5	39.7	34.3	35.6	36.5 A
Com	38.1	36.3	38.4	41.8	42.4	39.4 A
Mineral 100 % = 38.2						
CV (%)=12.26; DMS _{Bioestimulante} = 3.00; DMS _{Mineral} = 9.51; W= 0,34; F= 0,04; F'= 0,37						
----- 120 DAP -----						
Sem	56.5	66.6	64.3	58.1	57.9	60.7 A
Com	60.4	67.6	63.0	78.0	74.8	68.8 A
Mineral 100 % = 65.8						
CV (%)=20.04; DMS _{Bioestimulante} = 8.39; DMS _{Mineral} = 26.54; W= 0,72; F= 0,14; F'= 0,12						
----- 150 DAP -----						
Sem	104.6	119.5	120.1	116.4	121.4	116.4 B
Com	113.7	126.8	124.5	134.1	134.9	126.8 A
Mineral 100 % = 118.6						
CV (%)=12.71; DMS _{Bioestimulante} = 9.96; DMS _{Mineral} = 31.51; W= 0,78; F= 0,66; F'= 0,59						

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 ($p < 0,05$). W, F e F': pressuposições dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de blocos onde valores em negrito indicam, resíduos com distribuição anormal, variâncias heterogêneas e não aditividade de blocos, respectivamente, todos a 0,01 de significância.

Torna-se necessário outros estudos com o uso de biosólidos, como por exemplo em anos consecutivos (cana-soca), pois na sua composição existe teores de matéria orgânica, é preciso saber se essa matéria orgânica pode melhorar a química e principalmente a física do solo, e apresente resultados melhores. Também é necessário avaliar se o uso consecutivo de biosólido acumula teores de metais pesados no solo.

4- CONCLUSÃO

A adubação com organomineral de lodo de esgoto (100% da recomendação) é semelhante a mineral.

O uso de organominerais advindos de lodo de esgoto mostra ser uma alternativa para a fertilização sustentável da cultura da cana-de-açúcar.

O uso de bioestimulante incrementam resultados no desenvolvimento inicial da cultura.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, A. R. G; SILVA, F. C. S; SILVA, A. F; SEDIYAMA, T; ÁLVARES, C. H. A. Effect of Biostimulants and seed treatment with fungicide on the germination and vigor of soybean seedlings. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.8, n.1, p.27-35, 2015.

BORGES, R. E; MENEZES, J. F. S; SIMON, G. A; BENITES, V. Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. **Global Science and Technology**. V.8, N.1, p. 177-184, 2015.

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.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento - (2015). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. v.2 - safra 2015/16 n.3 - Quarto Levantamento. Brasília, p. 1-27. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_09_03_29_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_15-16.pdf

FERRAZ, A; MOMENTEL, L. T; POGGIANI, F. Soil fertility, growth and mineral nutrition in *Eucalyptus grandis* plantation fertilized with defferent kinds of sewage sludge. **Departmente of Forest Science, Luiz de Queiroz's College of Agriculture. (ESALQ)** University of São Paulo (USP). Piracicaba, Brazil. V.47, Issue 6, p 861-876, November 2016.

FERREIRA, M. M. R.; FERREIRA, L. H. Z.; BOLONHEZI, A. C. Plant regulators applied in the planting furrow in some sugarcane cultivars. *Scientia Agraria, Curitiba*, v.14, n.2, p.59-64, 2013.

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.

GURGEL, M. N. Do. A; CORREA, S. T. R; NETO, D. D; JÚNIOR, D. R. De. P. Technology for sugarcane agroindustry waste reuse as granulated organomineral fertilizer. **Eng. Agríc. Vol.35. n1. Jaboticabal** Jan/Fev 2015.

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

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 (*Gossypium hirsutum* 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.

MARÔCO, J. *Análise estatística com o SPSS statistics*. Report Number, análise e gestão da informação. 5ª Edição, 2011. 992p.

NIHEI, T.; HAYASHI, H.; SHIROTA, S. Characteristics of sugarcane production in the State of São Paulo, Brazil. *Geographical Space*, v. 8, n. 1, P.53-80, 2015.

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 sandyzation/desertification processes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. v. 233, n. 3, p. 370-380, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.039>

SANTOS, D. H; SILVA, M. de A; TIRITAN, C. S; CRUSCIOL, C. A. C. The effect of filter cakes enriched with soluble phosphorus used as a fertilizer on the sugarcane ratoons. **Acta Sci, Agron. Vol.36. n.3** Maringá July/Sept 2014.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, M. de A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Productivity and technological quality of sugarcane ratoon subject to the application of plant growth regulator and liquid fertilizers. *Ciência Rural*, v.40, no.4, Santa Maria, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057>

SOUSA, R. T. X. de. *Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar*. 2014. 87f. (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG/Brasil.

UNEP copyright© (United Nations Environment Programme and Stockholm Environment Institute). ANDERSSON, K.; ROSEMARIN, A.; LAMIZANA, B.; KVARNSTRÖM, E.; MCCONVILLE, J.; SEIDU, R.; DICKIN, S.; TRIMMER, C. Sanitation, Wastewater Management and Sustainability. P.128-129. ISBN: 978-92-807-3488-1 (2016).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.