

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

**FERNANDO FERREIRA BATISTA**

**QUALIDADE AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR  
FERTILIZADA COM FONTES MINERAL E ORGANOMINERAL  
ASSOCIADAS À BIOESTIMULANTE**

UBERLÂNDIA – MG  
2020

**FERNANDO FERREIRA BATISTA**

**QUALIDADE AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR  
FERTILIZADA COM FONTES MINERAL E ORGANOMINERAL  
ASSOCIADAS À BIOESTIMULANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia  
Da Universidade Federal de Uberlândia,  
para obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: Reginaldo de Camargo

UBERLÂNDIA – MG  
2021

**FERNANDO FERREIRA BATISTA**

**QUALIDADE AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR  
FERTILIZADA COM FONTES MINERAL E ORGANOMINERAL  
ASSOCIADAS À BIOESTIMULANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia  
Da Universidade Federal de Uberlândia,  
para obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 21 de janeiro de 2021

---

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo  
Orientador

---

Eng. Agrônomo Matheus Henrique Medeiros  
Membro da Banca

---

Eng. Agrônomo Miguel Henrique Rosa Franco  
Membro da Banca

## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradeço.

Primeiramente, agradeço a Deus por me abençoar nesse processo, agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Mário e Alessandra e a minha irmã Mariana, além das minhas avós que entenderam as minhas ausências e não mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade.

Agradeço aos meus amigos, aos antigos que entenderam parte da minha ausência e aos novos que a universidade me deu, por compartilharem bons momentos comigo.

Agradeço aos professores pelos ensinamentos ao longo do curso, em especial, ao Reginaldo Camargo por aceitar o convite de participar desse trabalho e me orientar e ao Matheus e Miguel por participarem da banca.

Agradeço também a Prodeutec, a Barreto and Silveira Dairy e a Fertilizantes Tocantins, empresas estas que me acolheram como estagiário e me deram a oportunidade de colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos e que, assim como meus professores me prepararam para o mercado de trabalho e para esse projeto

Por fim sou grato a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente participaram da realização desse projeto.

## RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, a principal matéria prima utilizada para a produção de álcool e açúcar (CONAB, 2019). Para atingir bons níveis de produtividade a cultura demanda altas quantidades de nutrientes, que geralmente são supridas pelo uso de fertilizantes minerais. Os fertilizantes organominerais são uma alternativa para que a adubação seja realizada de maneira eficiente. Tais fertilizantes constituem-se da mistura de fertilizantes orgânicos (origem animal ou vegetal), e fertilizantes minerais. O avanço industrial associado ao aumento populacional tem gerado grande quantidade de resíduos sólidos e águas residuárias. Uma maneira de reduzir os efeitos da poluição ambiental oriundos da presença desses resíduos sólidos é por meio do seu tratamento, dando origem a um material pastoso, conhecido como lodo de esgoto. Os fertilizantes organominerais vêm como uma estratégia de reduzir custos e aumentar a produtividade, e ainda tornar o sistema de produção mais sustentável. Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicados diretamente nas plantas para aumentar produção e a qualidade de culturas. Desta forma objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agroindustrial da cana-de-açúcar fertilizada com fontes mineral e organomineral, resultante de lodo de esgoto, associadas a bioestimulantes. O delineamento experimental foi em esquema de blocos casualizados em fatorial  $5 \times 2 + 1$  sendo cinco doses de formulado organomineral com e sem bioestimulante mais um adicional de formulado mineral, em quatro repetições. As combinações das doses dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo 100 % da recomendação com a fonte mineral e 0; 60; 80; 100 e 120 % da recomendação com o formulado organomineral (Com e Sem Bioestimulante). Não houve significância comparando 100 % do percentual de recomendação da fonte mineral e os extremos da fonte organomineral (sem fertilizante e 120 % da recomendação do organomineral, com e sem bioestimulante). Exceção ocorreu para produtividade de açúcar (TPH). O TPH foi menor na ausência de fertilizante comparado a presença de 100 % do formulado mineral (FM). O bioestimulante não influenciou as variáveis pureza, teor de fibra, Brix e Litros de etanol  $t^{-1}$ . Como exceção o total de açúcares recuperáveis (ATR) diferiu e apresentou diferença nos tratamentos com a adição do bioestimulante, atingindo o valor de  $154,07 \text{ kg } t^{-1}$ , ou seja, 1,74 % maior quando não utilizado o bioestimulante.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp., Biossólidos, Reguladores hormonais.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 A cultura da cana de açúcar .....	3
2.2 Bioestimulantes vegetais .....	4
2.3 Uso de lodo de esgoto na agricultura .....	5
2.4 Fertilizantes organominerais - FOMs .....	6
2.5 Qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar .....	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Caracterização da área experimental .....	8
3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....	8
3.3 Implantação e condução .....	9
3.4 Atributos avaliados .....	12
3.5 Análise estatística dos dados .....	13
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>19</b>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) está totalmente associada à história econômica do Brasil. A planta é originária do sudeste asiático e foi introduzida no país no século XVI (ano de 1532) pelos colonizadores portugueses, quando ocorreu a instalação dos engenhos de açúcar, substituindo a indústria extrativa do pau-brasil (QUEIROZ, 2017). E a partir de então sempre teve importância destacada na economia do país.

O país não é só o maior produtor da cultura, seguido por Índia e China, como também o maior produtor de açúcar e etanol de cana-de-açúcar. Sendo responsável por mais de 50% do açúcar comercializado no mundo. Na safra 2019/20, a área total de cana-de-açúcar a ser colhida está estimada em 8.384,4 mil hectares, representando uma redução de 2,4% em relação ao ocorrido na temporada passada (CONAB, 2019). Ainda no mesmo boletim divulgado pela Conab, a produção de cana-de-açúcar, na safra 2019/20, está estimada em 622.268,2 mil toneladas, apontando redução de 0,3% em relação à safra passada.

A Conab afirma que vários fatores podem influenciar o resultado do parâmetro produtividade, entre eles as condições edafoclimáticas. Apesar da estiagem em dezembro e janeiro, as chuvas posteriores favoreceram o desenvolvimento das lavouras, e as condições climáticas atuais têm contribuído para uma boa colheita. Dessa forma, as projeções indicam uma produtividade melhor que a safra passada, aumentando de 72.234 kg/ha em 2018/19, para 74.217 kg/ha em 2019/20.

A imensa área de cultivo de cana-de-açúcar no Brasil, gera uma grande demanda por fertilizantes para a sua nutrição. Estes, em sua maior parte, são importados de outros países a altos preços, o que elevam o custo de produção (BRASIL, 2020). Neste cenário em que a adoção de novas práticas e técnicas agrícolas tem sido feitas de forma acelerada, faz-se necessário produzir conhecimentos que auxiliem os produtores na adoção de tecnologias eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agroindustrial da cana-de-açúcar fertilizada com fontes mineral e organomineral de lodo de esgoto, associadas a bioestimulantes enraizadores, em área de baixa fertilidade do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

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.

Com todo o pacote tecnológico existente na atualidade para o cultivo da cana-de-açúcar, faz-se vislumbrar um futuro ainda mais promissor economicamente, socialmente e ambientalmente para o planeta. A cogeração de energia e o etanol de segunda geração ou etanol celulósico são grandes exemplos (UNICA, 2013).

Neste cenário em que a adoção de novas práticas e técnicas agrícolas tem sido feitas de forma acelerada, muitas vezes passando à frente da produção científica, faz-se necessário produzir conhecimentos que auxiliem os produtores na adoção de tecnologias sustentáveis e economicamente viáveis.

O uso do lodo de esgoto na agricultura é uma alternativa sustentável promissora para países como o Brasil. Aliada à produção de resíduos urbanos o país possui uma grande área agricultável com aproximadamente 71,7 milhões de hectares. Somente a área ocupada pela cana-de-açúcar corresponde a 9,5 milhões de hectares (IBGE, 2017). A utilização de lodo de esgoto na agricultura é uma estratégia importante para reciclagem de resíduos orgânicos originados do meio urbano. Por ser rico em matéria orgânica, possui capacidade de recuperar a estrutura física e melhorar a qualidade química do solo (KULIKOWSKA; GUSIATIN, 2015).

O lodo de esgoto é uma importante matéria prima orgânica para produção de fertilizantes organominerais. Originado de resíduos, apresenta-se como alternativa sustentável para a produção agrícola. Os Fertilizantes Organominerais (FOMs) conferem agregação de valor agrônomo aos resíduos orgânicos. A mistura de fertilizantes minerais com orgânicos aumenta a eficiência dos mesmos e melhora a qualidade do solo. A fertilidade do solo é aumentada e o impacto ambiental é reduzido, tornando-se sustentável e econômico (TEIXEIRA et al., 2014).

Assim, a presente revisão tem como objetivo descrever os benefícios dos FOMs como uma fonte sustentável e apresentar o bioestimulante no cultivo da cana-de-açúcar.

## 2.1. A cultura da cana de açúcar

A cana-de-açúcar é cultivada em grande parte do território nacional. Desde sua implantação na época do Brasil colônia, tornou-se uma cultura de grande importância para o desenvolvimento econômico e social do país. A cultura tem função correlacionada com o setor agrícola para a produção de açúcar e etanol e grande participação na matriz energética brasileira para atender a demanda crescente no mercado nacional e internacional (CONAB, 2017).

Apesar de pouco mais de 50% da produção estar concentrada em São Paulo, a cultura é cultivada em todas as regiões do país. De um modo geral, o país tem dois calendários de colheita, um para a Região Nordeste, que vai de setembro a abril e outro para o restante do país, de maio a novembro (CONAB, 2014).

A cana-de-açúcar assumiu importante participação na produção de energia renovável no Brasil com o surgimento do Pro-álcool, programa desenvolvido pelo governo para evitar o aumento da dependência externa de divisas quando dos choques de preço de petróleo, e ainda incentivar a produção do etanol (GONÇALVES; MENDONÇA, 2010). Outro fator importante para o crescimento da demanda de etanol foi a mudança de políticas públicas e o avanço tecnológico com o surgimento dos veículos "flex-fuel" na frota brasileira (PEREIRA; PAULA, 2016). Além de fonte de alimento para humanos e animais, a cultura tornou-se importante fonte de energia térmica no aquecimento das caldeiras das indústrias (LIMA JÚNIOR et al., 2014).

Outra importante fonte de agregação de valor da cana-de-açúcar, oriunda de pesquisas mais recentes, é a tecnologia para produção de etanol celulósico ou de segunda geração (BRASSOLATTI et al., 2016). Além disso, vale ressaltar outros resíduos derivados da produção de etanol, originado do caldo do colmo, a exemplo da torta de filtro e vinhaça, que são reciclados e utilizados como importante fonte de fertilizantes (SOUSA, 2014; BARROS et al., 2016). Por essas razões, a cana-de-açúcar é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renovável, com grande importância para o cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial (RIBEIRO et al., 2016).

A qualidade e longevidade de um canavial é em média de cinco a seis anos. O aumento da longevidade está relacionado com solos de boas propriedades químicas, físicas e biológicas. Um programa de manejo de fertilidade do solo também é uma exigência para formação de bons canaviais. Dessa forma, a adição e/ou manutenção de matéria orgânica no solo, assim como níveis adequados de nutrientes, são necessários para obtenção de altas produtividades. Adubações com FOMs contribuem para adição e manutenção de matéria orgânica no solo (TEIXEIRA et al., 2014).

## 2.2. Bioestimulantes vegetais

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).

Os hormônios vegetais podem ser produzidos em um tecido e transportados para outro local que terão sua ação efetivada. Também chamados de fitormônios, são produzidos no vegetal em diminutas quantidades e em pequenas proporções. Um mesmo hormônio pode desencadear várias respostas ou reações em diferentes órgãos em distintas fases de desenvolvimento de um vegetal. Há interação entre os hormônios vegetais, uma vez que dificilmente agem isoladamente. As auxinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e as giberelinas são tradicionalmente os cinco fitormônios mais conhecidos. Os brassinoesteróides, ácido salicílico, ácido jasmônico e sistemina são outras substâncias que também emitem sinais químicos (RAVEN, 2014).

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).

O bioestimulante pode favorecer 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, assim aumentando a taxa fotossintética (KOPRINA et al., 2016). Tudo isso colabora para o aumento da produtividade de colmos, fator este participante na determinação da produtividade de açúcar.

Associado aos fertilizantes, o uso de bioestimulantes ou bioestimuladores radiculares, desempenham um composto hormonal que visa potencializar a eficiência na absorção e assimilação dos nutrientes pela planta, como também diminuir os danos causados pelo estresse hídrico, aumentando a produtividade nas culturas.

### 2.3. Uso de lodo de esgoto na agricultura

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, agrônomo e econômico. É uma prática comum em países desenvolvidos, sendo utilizado por agricultores há mais de 50 anos (SANEPAR, 1999).

A utilização do lodo de esgoto já foi estudada em diversas culturas. Em estudos realizados por Rabello (2013), observou-se que a produção de azevém tratado com biossólidos a partir de 25 % de adição de lodo de esgoto foi superior aos tratamentos contendo somente solo.

Lemainski e Silva (2006) concluíram que o aproveitamento do biossólido como fertilizante na cultura da soja é viável em termos agrônômicos e econômicos, sendo que o efeito residual do biossólido úmido é evidenciado no segundo cultivo, além de ser, em média, 18% mais eficiente que o Fertilizante Mineral (FM) como fonte de nutrientes para a cultura. Rocha et al. (2003) constataram maior produtividade em couve adubada com lodo de esgoto quando comparadas com aquelas adubadas com esterco.

Estudos da influência da adubação através da utilização de fertilizantes organominerais vêm sendo realizados na cultura da cana-de-açúcar. Santos et al. (2011), avaliaram o rendimento de açúcar em função da adubação com torta de filtro enriquecida com fontes solúveis de fósforo e concluíram que o fósforo aplicado no sulco de plantio melhora a qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar, por meio do aumento nos teores de sólidos solúveis, de açúcares redutores totais e de sacarose nos colmos; o fósforo também aumenta a produtividade de açúcar.

As indústrias de fertilizantes necessitam de matéria prima e tecnologia inovadora para produção do fertilizante com adequado nível de qualidade. Em razão do problema de não haver local específico para a destinação do lodo de esgoto gerado pelas empresas que realizam o tratamento do mesmo, a oportunidade de reaproveitar estes resíduos na agricultura pode trazer vários benefícios em potencial. O processo industrial na produção de fertilizante garante a isenção de possíveis microorganismos nocivos, o que torna viável a utilização deste biossólido em fertilizantes.

## 2.4. Fertilizantes organominerais - FOMs

Os FOMs são uma mistura formada por fertilizantes de fração orgânica e mineral. Sua utilização para aplicação nos solos é dependente de especificações próprias e garantias mínimas. Os FOMs sólidos deverão apresentar um mínimo de: 8 % de carbono orgânico; CTC mínima de 80 mmolc kg<sup>-1</sup>; 10 % de macronutrientes primários isolados (N, P, K) ou em mistura (NK, NP, PK, NPK); 5 % de macronutrientes secundários; 1 % de micronutrientes e 30 % de umidade máxima (BRASIL, 2009).

Dentre as matérias primas que podem ser utilizadas na mistura ou processamento de um FOM, estão: lodo de esgoto, cama ou esterco de galinha, esterco de bovino e de suíno, torta de mamona, torta de filtro oriundos do processamento de etanol e açúcar, adubos verdes, turfa, compostos orgânicos e resíduos do processamento de frutos (SOUSA, 2014).

A nutrição adequada de um canavial é muito importante para obtenção de altas produtividades da cultura. Por meio da utilização de bioestimulantes e fertilizantes organominerais, incluindo os de lodo de esgoto e sua associação, destaca-se a importância global do aperfeiçoamento e uso desta tecnologia. Os ganhos em produtividade dos canaviais são promissores. Ademais, os grandes ganhos advêm da construção e manutenção de um solo fértil da ciclagem de nutrientes essenciais que são descartados como resíduos.

Para atingir bons níveis de produtividade, a cultura da cana-de-açúcar demanda altas quantidades de nutrientes, especialmente potássio, nitrogênio e fósforo que são supridas pelo o uso de fertilizantes minerais. A alta necessidade de nutrientes é decorrente da elevada produção de biomassa por área e da remoção de grande parte dessa massa vegetal, no processo da colheita. Estes fertilizantes usados para a adubação da cultura em sua maior parte são importados de outros países e com altos custos o que onera o custo de produção.

Uma alternativa para que a adubação seja realizada de maneira eficaz, sem comprometer o desenvolvimento da planta e o meio ambiente, é por meio da utilização de adubação sustentável. Destacando-se o uso de fertilizantes organominerais. Esses fertilizantes são constituídos pela a mistura de fertilizantes orgânicos, oriundos de dejetos de animais ou de vegetais, com fertilizantes minerais (RABELO, 2015).

## 2.5. Qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar

Além do desempenho em campo da cana-de-açúcar e também dos fertilizantes organominerais e bioestimulantes, é de grande importância ressaltar os resultados da combinação desses nas avaliações pós colheitas, ou seja, a interferência na qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar.

Como principais exemplos dos parâmetros denominados como qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar temos a porcentagem de pureza, porcentagem de fibras, grau Brix ou porcentagem em massa de sólidos solúveis, quantidade total de açúcares recuperáveis (ATR), porcentagem em massa de sacarose aparente (Pol), toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de Pol por hectare (TPH) e litros de etanol.

Como afirmado por Pereira et al. (1995) os fatores como clima, variedades e manejo do solo exercem influência sobre a quantidade de açúcar acumulado nos colmos da cana-de-açúcar, dificultando a avaliação do efeito de fertilizantes sobre estes parâmetros.

O ATR representa todos os açúcares da cana, na forma de açúcares invertidos, embora outras substâncias redutoras, presentes no caldo de cana, possam estar incluídas. Na planta, o desdobramento da sacarose em glicose e frutose é uma reação de duplo sentido, isto é, ocorre a inversão, assim como a combinação, durante o metabolismo da fotossíntese e respiração da planta; daí a importância do conhecimento do teor de ATR, para a avaliação da qualidade da matéria-prima (Fernandes, 2003).

Para determinação da produtividade de açúcar (TPH), um feixe de dez colmos de cada parcela é encaminhado ao laboratório de análises tecnológicas para obtenção da concentração de sacarose (Pol da cana), assim, o TPH é obtido por meio do produto entre TCH e Pol da cana dividido por 100 (ABREU et al., 2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área experimental

O estudo foi implantado em área de expansão de canavial, com Latossolo Arenoso de baixa fertilidade na Usina Vale do Tijuco unidade 1, rodovia BR 050 – Km 121, Uberaba – MG, e o experimento situado em Rio do Peixe, distrito de Prata -MG, localizado nas coordenadas 19° 30' 01,7" S e 48° 28' 31,8" W, a altitude de 780 metros. 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 1.

**Tabela 1.** Caracterização química antes da instalação do experimento.

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	Ca -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---	Mg -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---	Al -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---	P --mg dm <sup>-3</sup> --	K -----mg dm <sup>-3</sup> ---	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	T -----%	V -----%	m -----%	M.O. -g kg <sup>-1</sup> -
0-20	5,0	0,9	0,8	2,4	2,0	88	2,5	3,7	32	20	1,34
20-40	4,8	0,7	0,6	3,6	2,0	45	2,5	3,3	24,3	49	0,87

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (extrator Mehlich-1); 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 solo é franco arenoso com 18,5 % de argila, 9,5 % de silte e 72,0 % de areia. Foi realizada uma calagem com 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes da implantação do experimento para corrigir a acidez e elevar a saturação de bases do solo. Fez-se uma aração com arado de aivecas após a distribuição do calcário e posterior gradagem e nivelamento do solo com grade niveladora.

#### 3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em esquema de blocos casualizados em fatorial 5 x 2 +1 sendo cinco doses de formulado organomineral com e sem bioestimulante mais um adicional de formulado mineral, em quatro repetições.

As unidades experimentais corresponderam a 10,0 m de comprimento x 9,0 m de largura, compostas por seis linhas de cana-de-açúcar em espaçamento de 1,5 m. A área útil foi composta pelas quatro linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 1,0 m em cada extremidade, totalizando 48 m<sup>2</sup>. Os carregadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos.

As combinações das doses dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, consistindo 100 % da recomendação com a fonte mineral e 0;

60; 80; 100 e 120 % da recomendação com o formulado organomineral (Com e Sem Bioestimulante).

### 3.3. Implantação e condução

Os sulcos para plantio foram abertos com sulcador de abertura da haste de 52 a 82 cm e profundidade de 40 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis metro<sup>-1</sup> na profundidade de 30 a 40 cm de profundidade (Figura 1B). O experimento foi implantado em 22 de maio 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 V. et al., 1999).

FORMULADO	DOSE (kg/ha)	N	P2O5	K2O
04.21.07	570	2,28	11,97	3,99
07.00.28	570	3,99	0,00	15,96



**Figura 1.** Sulcador utilizado para abertura de sulcos (A); sulcos para plantio das mudas de cana-de-açúcar (B).

Fonte: (Moraes, 2015).

Para controle das plantas infestantes foi utilizado os herbicidas diuron, hexazinona e MSMA nas doses recomendadas pelo fabricante. O controle de formigas e cupins foi realizado com o ingrediente ativo fipronil, aplicado sobre toletes no sulco de plantio com dosagem recomendada pelo fabricante. Posteriormente, os sulcos com as mudas foram cobertos com solo. Aos 120 dias após plantio (DAP) foi realizado o quebra lombo.

O formulado organomineral foi produzido a partir do lodo de esgoto higienizado 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 o lodo de esgoto. O lodo de esgoto continha 70 % de umidade e 30 % de sólidos. O lodo de esgoto, ainda úmido passou por processo de eliminação de patógenos com tratamento químico, incorporando-se 30 % de

cal hidratada sobre a parte sólida existente no centrifugado. Depois de incorporado com uso de betoneira, o material foi colocado em recipientes retangulares de zinco galvanizado (30 x 30 x 100 cm). Estes foram cobertos por uma lona transparente com espessura de 200 micras e expostos à luz solar e raios ultravioletas por 15 dias consecutivos. Posteriormente, retirou-se a lona deixando-se secar ao ar livre em período de baixa umidade relativa por aproximadamente 30 dias, estabilizando em 20 % de umidade. A caracterização química do biossólido foi realizada segundo Embrapa (2011) (Tabela 2).



**Figura 2.** Processo de eliminação de patógenos do lodo de esgoto. Resíduo sólido centrifugado (A); tratamento com cal hidratada (B); exposição a raios ultravioletas (C) e secagem ao ar livre (D).

Fonte: (MORAES, 2015).

**Tabela 2.** Caracterização química do biossólido na Base Seca a 110°C.

pH CaCl <sub>2</sub>	UT	NT	MOT	CT	RMT	C/N	P	K	Ca	Mg
8,10	10,9	0,9	49,9	27,7	50,67	28/1	2,80	0,3	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

UT = Umidade Total; NT = Nitrogênio Total; MOT = Matéria Orgânica; CT = Carbono Total; RMT = 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).



**Figura 3.** Composição do fertilizante organomineral: biossólido (escuro), ureia (rósea), cloreto de potássio (vermelho) e ácido bórico (branco).

Fonte: (MORAES, 2015).

Foi utilizado bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> contendo  $0,09 \text{ g dm}^{-3}$  de cinetina,  $0,05 \text{ g dm}^{-3}$  de ácido indol-3-ilbutírico e  $0,05 \text{ g dm}^{-3}$  de ácido giberélico via inoculação ( $0,75 \text{ L ha}^{-1}$ ) e volume de calda de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  sobre o tolete no sulco de plantio.



**Figura 4.** Inoculação de bioestimulante sobre mudas de cana-de-açúcar.

Fonte: (MORAES, 2016).

### 3.4. Atributos avaliados

Foi avaliado a produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) no momento da colheita aos 370 DAP. A colheita foi realizada manualmente cortando-se 8,0 m da parcela sendo 2,0 m em cada linha útil. O feixe de cana foi pesado com auxílio de um dinamômetro.



**Figura 5.** Pesagem do feixe de cana com dinamômetro de capacidade de pesagem máxima de 2000 kg e mínima de 0,2 kg.

Fonte: (MORAES, 2016).

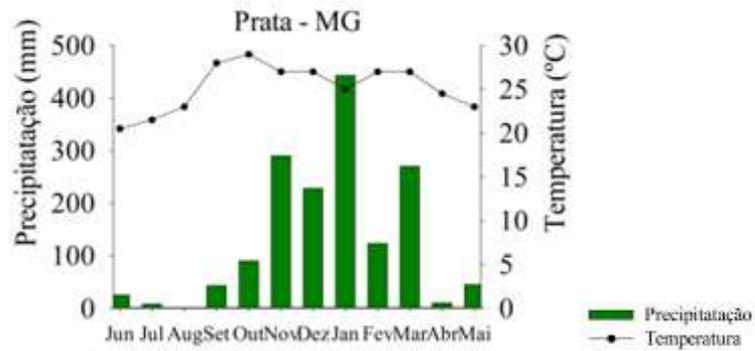
Aos 370 dias após o plantio, realizou-se o corte manual para avaliação das variáveis tecnológicas. Amostrou-se três colmos aleatórios em cada linha útil. Foi amostrado quatro linhas totalizando 12 colmos em cada unidade experimental. Os feixes foram enviados ao laboratório de análise tecnológica. Determinou-se por refratometria o teor aparente de sólidos solúveis presentes no caldo (Brix%) da cana. A pureza foi determinada pela relação Pol% cana/Brix cana x 100. A polarização (Pol%) da cana e a (Fibra%) da cana foram determinadas pelo método baseado na regressão linear com o peso do bolo úmido (PBU) (CONSECANA, 2006). Os açúcares redutores totais (ART) da cana e a produtividade de litros de etanol foram determinados segundo a metodologia vigente no SPCTS (Sistema de Pagamento da cana-de-açúcar), pelo teor de sacarose descrita em Fernandes (2011). Obteve-se a produtividade de açúcar (TPH) por meio do produto entre a produtividade de colmos (TCH) conforme sugestões de Santos (2011), e a concentração de sacarose (Pol% cana) correspondente a cada parcela, dividido por 100.

### **3.5. Análise estatística dos dados**

Os resultados foram submetidos a análise de variância, realizada pelo teste F, a 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett a 5% de significância software “Assistat 7.7 Beta” (SILVA & AZEVEDO, 2016) e IBM SPSS Statistics versão 20.0. (Marôco, 2011). 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 (R2). Foi feito os testes de pressuposições referente à normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias a 1% de probabilidade.

### 3.6. Precipitação e temperatura



**Figura 6.** Média da precipitação (mm) e temperatura (°C) da área experimental durante o ciclo da cultura na safra 2015/2016.

Fonte: (Moraes, 2017).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a resposta de FOM de biossólido e a fonte mineral, observou-se que nas variáveis ligadas às qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar foram semelhantes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Pureza, fibra, Brix, ATR, TPH e litros etanol da cana-de-açúcar em função do percentual da adubação de plantio e cobertura com FOM de lodo de esgoto na ausência e presença de bioestimulante e FM.

Bioestimulante	-----Percentual da adubação com organomineral -----					
	0	60	80	100	120	Media
	----- Pureza (%) -----					
Sem	89,05	89,99	89,66	89,26	89,23	89,44 A
Com	89,74	89,34	90,22	88,36	89,64	89,46 A
	Fertilizante Mineral = 90,60					
	CV (%) = 2; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,95; DMS <sub>Mineral</sub> = 3,02					
	----- Fibra (%) -----					
Sem	13,74	12,95	12,99	12,98	12,74	13,08 A
Com	13,30	13,02	13,14	12,76	12,54	12,95 A
	Fertilizante Mineral = 13,27					
	CV (%) = 4; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,37; DMS <sub>Mineral</sub> = 1,19					
	----- Brix -----					
Sem	20,57	20,43	20,60	20,51	20,59	20,54 A
Com	20,77	20,64	21,10	21,16	20,62	20,86 A
	Fertilizante Mineral = 21,09					
	CV (%) = 2; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 0,23; DMS <sub>Mineral</sub> = 0,74					
	----- ATR (kg t <sup>-1</sup> ) -----					
Sem	149,39	151,71	152,43	151,29	152,38	151,44 B
Com	152,89	152,14	156,36	155,20	153,73	154,07 A
	Fertilizante Mineral = 156,49					
	CV (%) = 3; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 2,70; DMS <sub>Mineral</sub> = 8,53					
	----- TPH (t ha <sup>-1</sup> ) -----					
Sem	8,14*	14,62	17,68	16,75	19,17	15,27 A
Com	9,65*	15,16	15,85	17,19	18,81	15,33 A
	Fertilizante Mineral = 17,86					
	CV (%) = 15; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1,51; DMS <sub>Mineral</sub> = 4,78					
	----- Etanol (L t <sup>-1</sup> ) -----					
Sem	89,13	90,51	90,94	90,26	90,91	90,35 A
Com	91,22	90,77	93,29	92,60	91,72	91,92 A
	Fertilizante Mineral = 93,36					
	CV (%) = 3; DMS <sub>Bioestimulante</sub> = 1,61; DMS <sub>Mineral</sub> = 5,09					

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

Não houve significância comparando 100 % do percentual de recomendação da fonte mineral e os extremos da fonte organomineral (sem fertilizante e 120 % da recomendação do organomineral, com e sem bioestimulante).

Havendo uma exceção para produtividade de açúcar (TPH), este foi menor na ausência de fertilizante comparado a presença de 100 % do FM. Mesmo não sendo significativo nas demais doses, destaca-se o TPH com 100 % do percentual de recomendação da fonte mineral que produziu 17,86 t ha<sup>-1</sup>. O máximo alcançado foi com 120 % do FOM sem a adição do bioestimulante com produção de 19,17 t ha<sup>-1</sup>.

Também avaliando a produtividade de açúcar Santos et. al. (2012) obtiveram o maior valor desta variável em cana soca, sendo de 15,68 t ha<sup>-1</sup>, e este resultado foi observado quando aplicado 1,0 t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro, a qual não se diferenciou significativamente da TPH obtida com a dose de 2,0 t ha<sup>-1</sup>.

Encontrou-se resultados sem significância ( $P > 0,05$ ) em todas as doses do FOM no nível de 100 % da recomendação com e sem bioestimulante comparando com o FM. Este FM apresentou percentuais de incremento sobre o FOM com os seguintes percentuais: 1,5 % (sem) e 2,53 % (com), para pureza; 2,23 % (sem) e 4,0 % (com), para fibra; 2,82 % (sem) e -0,33 % (com), para Brix; 3,43 % (sem) e 0,83 % (com), para ATR; 0,62 % (sem) e 3,89 % (com), para TPH, 3,43 % (sem) e 0,83 % (com), para litros de etanol.

Justifica-se que a quantidade de nutrientes prontamente solúveis fornecidos pelas fontes mineral e organomineral foram semelhantes, indicando que o FOM pode ser utilizado em cultivo de cana-de-açúcar. Ressalta-se que o componente orgânico da fonte organomineral de lodo de esgoto demanda maior período para mineralização e solubilização dos nutrientes para as plantas (RAMOS et al., 2017). Isso proporciona uma maior eficiência na absorção de nutrientes. Os benefícios da evolução das propriedades físicas do solo na presença do aumento de matéria orgânica também destacam ao longo de maior espaço de tempo (KOMINKO et al., 2017).

O bioestimulante não influenciou ( $P > 0,05$ ) as variáveis pureza, teor de fibra, Brix e Litros de etanol t<sup>-1</sup>. Como exceção o ATR diferiu ( $P \leq 0,05$ ) e apresentou diferença nos tratamentos com a adição do bioestimulante, atingindo o valor de 154,07 kg t<sup>-1</sup>, ou seja, 1,74 % maior quando não utilizado o bioestimulante.

A avaliação do ATR é de grande importância na cultura da cana-de-açúcar por ser a principal variável no sistema de pagamento das usinas para os produtores. Porém neste trabalho os resultados das análises vão contra os encontrados na literatura relacionando as diferenças de

resultados da utilização ou não dos bioestimulantes, como Silva et al. (2010) verificaram que o uso de Stimulate®, na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>, não proporcionou efeito nos parâmetros PCC e ATR.

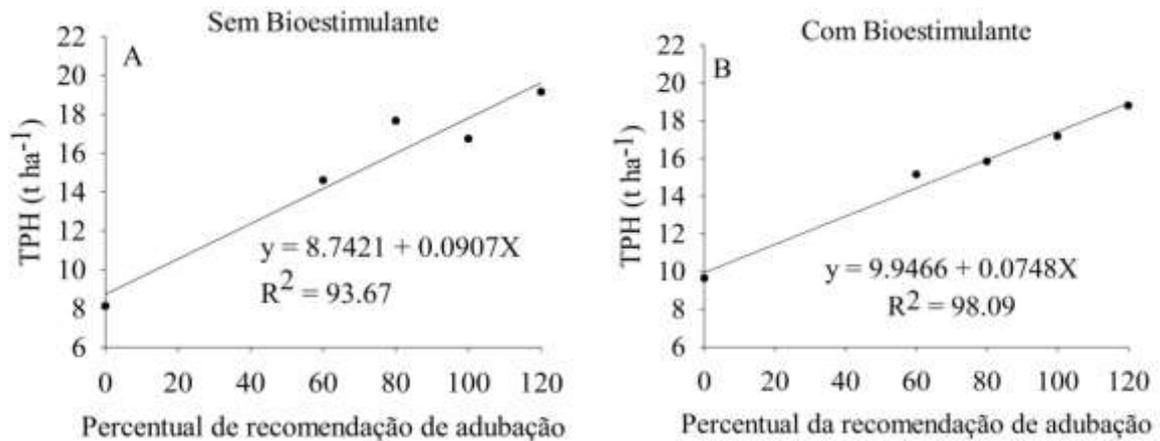
Essa diferença pode ser explicada pelo fato deste experimento ter sido instalado em área de expansão, onde anteriormente havia pastagem em processo de degradação, ou seja, as condições tendem a ser mais adversas para as plantas. Sendo assim, a função do bioestimulante, de proporcionar um melhor equilíbrio fisiológico para o desenvolvimento da planta, pode ser observada.

Analisando a variável Brix separadamente podemos observar que esta não foi influenciada pela presença ou não do bioestimulante, e também não diferenciou do mineral em nenhum dos percentuais de recomendação do organomineral.

Apesar de existirem poucos trabalhos que avaliam a interferência do uso de bioestimulante no teor de sólidos solúveis, os resultados deste trabalho condizem com Ferreira et al. (2013) que não obtiveram diferença significativa para o Brix avaliando a aplicação de bioestimulantes no sulco de plantio em oito variedades de cana-de-açúcar (SP89-1115, SP81-3250, SP83-2847, SP91-3011, RB72454, RB867515, RB835054 e SP91-3440). Os autores encontraram valores variando entre 19,9 e 20,4, enquanto neste trabalho os valores ficaram entre 20,43 e 21,16.

O composto hormonal (cinetina, ácido 4-indol-3-ilbutírico e ácido giberélico) pode contribuir para melhorar a eficiência na absorção de nutrientes e tolerar as condições adversas do ambiente. No entanto, a baixa fertilidade do solo pode influenciar na eficiência e conseqüentemente redução no desenvolvimento celular, portanto, a nutrição da planta torna-se prejudicada (ROSE et al., 2014).

Testando o bioestimulante Stimulate®, Rosseto (2016) realizou a aplicação de 0,5 L ha<sup>-1</sup> do produto em um canavial da APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios) em Jaú – SP, e com a aplicação deste bioestimulante observou-se um melhor desenvolvimento de colmos por metro e também a produtividade teve um acréscimo de 12 t ha<sup>-1</sup>, saindo dos 171 t ha<sup>-1</sup> para 183 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 7.** Modelos de regressão ajustados a 0,05 de significância, para produtividade de açúcar (TPH) em função de doses de FOM de lodo de esgoto com e sem bioestimulante.

Com relação aos ajustes matemáticos de regressão para o efeito das doses de FOM, somente foram significativos para produtividade de açúcar, ajustando-se às equações lineares: TPH (t ha<sup>-1</sup>) sem bioestimulante  $8,7421 + 0,0907X$ ,  $R^2$  (%) = 93,67 e TPH (t ha<sup>-1</sup>) com bioestimulante  $9,9466 + 0,0748X$ ,  $R^2$  (%) = 98,09. Esses ajustes indicam maior produtividade com maior dose de fertilizante. Na figura 6 A, sem bioestimulante, a equação indica aumento de 0,9 t ha<sup>-1</sup>, a cada 10 % de aumento da adubação. Para a figura 6 B, com bioestimulante, o aumento indicado da produtividade de açúcar foi de 0,75 t ha<sup>-1</sup> para cada 10 % de aumento da adubação. Os FOMs possuem a característica de liberação controlada dos nutrientes. A matéria orgânica possui a propriedade de liberar gradualmente os nutrientes. Além disso, as características físico-químicas dos FOMs reduzem as perdas por volatilização de nitrogênio (KOMINKO et al., 2017). O equilíbrio hormonal melhora a eficiência do metabolismo da planta. Com isso, há maior conversão de substâncias minerais em substâncias orgânicas. Logo, o aproveitamento dos bioestimulantes é maximizado promovendo aumento da produtividade (KOPRINA et al., 2016).

De acordo com as equações das retas temos que a dose as doses de FOM em que o TPH se iguala com o tratamento mineral sem e com bioestimulante são respectivamente 100,53 e 105,79 do percentual de recomendação de adubação.

A resposta da cultura em acumular açúcar é crescente com o aumento do fornecimento do FOM a base de biossólido. Um solo de menor fertilidade possui um menor poder tampão de nutriente, ou seja, uma menor resistência à alteração do conteúdo de nutrientes na solução e nos coloides (CLARHOLM e SKYLLBERG, 2013; JIANG et al., 2016). Assim, ao fornecer qualquer quantia de fertilizantes, não extrapolando os limites máximos suportados pelas plantas em função de salinização, rapidamente haverá acentuada absorção dos nutrientes pelas plantas

em função da necessidade imediata de absorção. Em consequência haverá maior crescimento, desenvolvimento, produtividade e no caso, maior acúmulo de açúcar.

As condições geográficas e climáticas impostas (Figuras 6) foram determinantes para diferenciação da qualidade do caldo da cana-de-açúcar. Houve precipitação no período inicial da cultura. O experimento situa-se aproximadamente 200 metros acima de uma nascente de água, mantendo-se com elevada umidade e deixando os nutrientes disponíveis na solução do solo. Isso permitiu o melhor desenvolvimento inicial e vegetativo das plantas. No entanto, após o período vegetativo, a cana-de-açúcar necessita de um período de menor oferta de água no solo para melhor eficiência na maturação e concentração de açúcares, o que ocorreu neste estudo (ALAMILLA-MAGAÑA et al., 2016). Assim, houve maior acúmulo de açúcar e das variáveis dependentes, como TPH e etanol.

Podemos então afirmar como verdade que a disponibilidade de nutrientes é essencial para o crescimento, desenvolvimento, acúmulo de sacarose e maturação da cana-de-açúcar. Neste caso específico de qualidade do caldo, o adequado suprimento de nutrientes nos estádios iniciais até o final do estágio vegetativo é determinante para maior metabolização e conversão de energia luminosa em açúcares em quantidade e qualidade superior. Nesta ocasião, é aproveitado os benefícios dos bioestimulantes para maximização dos processos fisiológicos e conversão em açúcares (MORAES, 2017).

## **5. CONCLUSÃO**

O aumento dos percentuais da adubação favorece e incrementa a produtividade de açúcar sem e com bioestimulante.

O uso de bioestimulantes não contribui para o teor de Brix e TPH, porém aumenta o acúmulo de ATR.

A adubação com FOM a base de biossólido é semelhante a adubação com FM quando se analisa a qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Magno Luiz de et al. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. *Bragantia*, Campinas, v. 72, n. 3, p.262-270, 2013.
- ALAMILLA-MAGAÑA, J. C.; CARRILLO-ÁVILA, E.; OBRADOR-OLAN, J. J.; LANDEROS-SÁNCHEZ, C.; VERA-LOPEZ, J.; JUÁREZ-LÓPEZ, J. F. Soil moisture tension effect on sugar cane growth and yield. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 177, 2016, p.264-273. DOI: 10.1016/j.agwat.2016.08.004
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.;
- BINI, D. C.; CANEVER, M. D.; DENARDIM, A. A. Correlação e causalidade entre os preços de *commodities* e energia. *Revista Nova Economia*, v.25, n.1, p.143-160, 2015.
- BRASIL, Yara. Resumo Nutricional da Cana-de-Açúcar. 2020. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/resumo-nutricional-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- Cato, S.C. Ação de bioestimulante nas culturas do amendoinzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas. 2006. 74p. (Tese) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- 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*, Oxford, v. 63, p. 142-153, 2013. DOI: 10.1016/j.soilbio.2013.03.019
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – (2018). Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. V.5 – safra 2018/2019 n.1 – Primeiro Levantamento. Brasília, p. 1-62, maio 2018.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – (2019). Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. V.6 – safra 2019/2020 n.2 – Segundo Levantamento. Brasília, p. 1-62, Agosto 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. v.1 - safra 2014/15 n.3 - Terceiro Levantamento. Brasília, p. 1-27. 2014. [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_12\\_19\\_09\\_02\\_49\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_3o\\_lev\\_-\\_2014-15.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_19_09_02_49_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_2014-15.pdf).

CONSECANA-SP. Conselho dos Produtores de Cana-De-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. Manual de instruções. 5 ed. Piracicaba-SP, 2006. 111p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: RJ. Embrapa Solos, 2011. 230p.

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 3ª ed. Piracicaba: STAB, 2011. 416 p.

FERNANDES, A. C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. Piracicaba: STAB, 2003. 240p.

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.

KOMINKO, H.; GORAZDA, K.; WZOREK, Z. The Possibility of Organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. *Waste and Biomass Valorization*, Dordrecht, v. 8, n. 37, p. 1-11, 2017. Doi:10.1007/s12649-016-9805-9.

KOPRINA, R.; DIEGO, N. D.; DUNDÁLKOVÁ, L.; SPÍČHAL, L. Use of cytokinins as agrochemicals. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Oxford, v. 24, p.484-492, 2016. DOI.:10.1016/j.bmc.2015.12.022

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.

MORAES, Emmerson Rodrigues de. APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE NA CANA-DE-AÇÚCAR. 2017. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

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

PEREIRA, J. R.; Faria, C. M. B.; Morgado, L. B. Efeito de níveis e do resíduo de fósforo sobre a produtividade da cana-de-açúcar em vertissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, p.43-48, 1995.

QUEIROZ, Túlio. Ciclo do Açúcar: por que foram instalados os engenhos? 2017. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiadobrasil/economia-acucareira.htm#:~:text=Por%C3%A9m%2C%20foi%20a%20partir%20da,povoamento%20da%20regi%C3%B5es%20rec%C3%A9m%2Ddescobertas>. Acesso em: 26 nov. 2019.

RABELO, K. C. C. Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial. Dissertação - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.

RAMOS, L. A.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; SILVA, A. A. Effect of organo-mineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. *African Journal of Agricultural Research*, Grahamstown, v. 12, n. 1, p. 20-27, 2017. DOI: 10.5897/AJAR2016.11024

ROSE, M. T.; PATTI, A. F.; LITTLE, K. R.; BROWN, A. L.; JACKSON, W. R.; CAVAGNARO, T. R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Advances in Agronomy*, Amsterdam, v. 124, ed Sparks D. L., editor. New York, NY: Academic Press, 2014, p.37-89.

ROSSETO, R. et. al. Efeito de biorregulador e de fertilizantes aplicados no plantio da cana-de-açúcar. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. Piracicaba – SP. 2016.

SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná. Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba - PR, 1999, 98p.

SANTOS, D. H. Efeito residual da adubação de plantio com torta de filtro e fosfato solúvel na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu - SP, p. 97, 2012.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.15, n.5, p.443–449, 2011.

SILVA, F. 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.

SILVA, M.A.; CATO, S.C.; COSTA, A.G.F. Produtividade e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. *Ciência Rural*, v.40, n.4, p.774-780, 2010.