



AGRONOMIA

DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) FERTILIZADA COM ORGANOMINERAIS A BASE DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE

Mateus Ferreira

MORRINHOS-GO

2018

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) FERTILIZADA COM ORGANOMINERAIS A BASE DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE

MATEUS FERREIRA

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

Orientador: Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes

MORRINHOS – GO

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema Integrado de

F383d Ferreira, Mateus.

Diagnose nutricional da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) fertilizada com organominerais a base de lodo de esgoto e bioestimulante. / Mateus Ferreira. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018.

22 f. : il. color.

Orientador: Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2018.

1. *Saccharum spp.* 2. Adubação. 3. Biorreguladores. I. Moraes, Emmerson Rodrigues. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633.61

Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

Fonte: Elaborado pelo Bibliotecário-documentalista Elder Silva, CRB1/2786

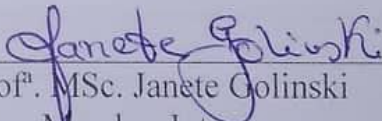
MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

MATEUS FERREIRA

**DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum spp.*) FERTILIZADA COM ORGANOMINERAIS A
BASE DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE**

Trabalho de Conclusão de curso a ser DEFENDIDO e Aprovado em 13
de Junho de 2018 pela Banca Examinadora constituída pelos membros:


Prof.^a Dr.^a Flavia Dionisio Pereira
Membro Externo


Prof.^a MSc. Janete Golinski
Membro Interno
IF Goiano / Morrinhos


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

Morrinhos – GO

2018

DEDICATÓRIA

Dedico em primeiro lugar a Deus que guiou o meu caminho ao longo dessa caminhada. Aos meus pais Elza e Roberto, e a minha irmã Amanda, meus avos e toda a minha família, que não mediram esforços para que eu chegasse ate essa etapa da minha vida. E aos meus companheiros de jornada acadêmica por todo apoio e parceria em todos os momentos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter dado força e saúde para alcançar esse importante objetivo em minha vida.

Ao Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos onde obtive um amplo conhecimento ao longo desses anos.

A Usina Araporã Bioenergia pelo fornecimento das mudas de cana-de-açúcar, e a Companhia Mineira de Açúcar e Álcool (CMAA) pelo apoio.

A Stoller do Brasil pelo fornecimento de insumos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação científica e suporte financeiro.

Aos meus companheiros de jornada acadêmica que me deram total incentivo e apoio.

A todos os professores do curso, que foram de extrema importância para minha formação acadêmica, em especial ao meu orientador Emmerson Rodrigues de Moraes.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS	5
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL	5
PRODUÇÃO DO ORGANOMINERAL	6
MANEJO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA	7
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	7
ANÁLISE ESTATÍSTICA	8
RESULTADO E DISCUSSÃO	9
CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS	14

RESUMO

Ferreira, Mateus. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.* L.) fertilizada com organominerais a base de lodo de esgoto e bioestimulante**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, GO, Maio, 2018.

No Brasil a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) continua em expansão, com destaque para a região Centro-Oeste deve manter área colhida em relação à safra passada, com expectativas de melhoras nas produtividades. Os fertilizantes organominerais e uma mistura de compostos orgânicos com complementação de fontes minerais, estes geram grandes expectativas na eficiência, economia e sustentabilidade das adubações. O lodo de esgoto é um resíduo sólido resultante de processos de tratamento biológico do esgoto, mostra-se uma alternativa promissora para produção de fertilizantes organominerais para fertilização de grandes culturas como cana-de-açúcar. 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. Objetivou-se com este trabalho estudar o estado nutricional da cana-de-açúcar adubada com fertilizante organomineral a base de lodo de esgoto associado ou não com bioestimulantes. O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados, com esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, sendo cinco tratamentos com e sem bioestimulante, mais um adicional (adubação mineral) com quatro repetições. As combinações dos tratamentos foram em função da recomendação de adubação de plantio e cobertura, com base na análise de solo da área experimental, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral a base lodo de esgoto. As variáveis analisadas foram os teores foliares de macronutrientes (N; P; K; Ca; Mg e S) e micronutrientes (B; Cu; Mn; Zn) aos 150 DAP e 270 DAP na cana-de-açúcar. Observou-se que o fertilizante organomineral e mineral são iguais. O bioestimulante associado com a adubação não influencia no estado nutricional da planta aos 150 DAP. O bioestimulante associado à adubação a base de lodo de esgoto aumentou o teor de B na cana-de-açúcar aos 270 DAP.

Palavras-Chaves: Biorreguladores; Nutrientes; Adubação; Biossólido.

ABSTRACT

Ferreira, Mateus. **Nutritional diagnosis of sugar cane (*Saccharum spp.*) fertilized with organominerals based on sewage sludge and biostimulant.** 2018. Completion of course work (Bachelor's Degree in Agronomy). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Campus Morrinhos, GO, May, 2018.

In Brazil sugar cane (*Saccharum spp.*) continues to expand, with emphasis on the Central West region should maintain area harvested in relation to the past harvest, with expectations of improvements in productivity. Organomineral fertilizers and a mixture of organic compounds with supplementation of mineral sources, these generate great expectations in the efficiency, economy and sustainability of fertilization. The sewage sludge is a solid residue resulting from processes of biological treatment of sewage, it's a promising alternative for the production of organomineral fertilizers for the fertilization of large crops such as sugar cane. Biostimulants are natural or synthetic substances that can be applied directly to plants to alter their vital and structural processes to increase yield and quality of crops of economic interest. The objective of this work was to study the nutritional status of sugarcane fertilized with organomineral fertilizer based on sewage sludge associated or not with biostimulants. The experimental design was conducted in randomized blocks, with a 5x2 + 1 factorial scheme, five treatments with and without a biostimulant, plus an additional one (mineral fertilization) with four replications. The treatment combinations were based on the recommendation of planting and cover fertilization, based on the soil analysis of the experimental area, consisting of: 100% with mineral source; 0; 60; 80; 100 and 120% (with and without biostimulant) from the organomineral source to sewage sludge base. The analyzed variables were the macronutrient contents (N, P, K, Ca, Mg and S) and micronutrients (B, Cu, Mn; Zn) at 150 DAP and 270 DAP in sugarcane. It was observed that the organomineral and mineral fertilizer are the same. The biostimulant associated with fertilization does not influence the nutritional status of the plant at 150 DAP. The biostimulant associated with sewage sludge fertilization increased the B content in sugarcane at 270 DAP.

Key words: Bioregulators; Nutrients; Fertilizing; Biosolid.

1. INTRODUÇÃO

De grande importância para o agronegócio brasileiro, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é considerada uma alternativa para a produção de biocombustíveis, devido ao seu potencial de produção de etanol e subprodutos. O aumento da demanda mundial por fontes renováveis como o etanol, aliado a condições climáticas favoráveis e grandes áreas plantadas, torna o Brasil o maior produtor dessa cultura (CONAB, 2018).

Portanto trata-se de uma cultura com grande importância para o setor agroindustrial. Estima-se para a safra 2017/2018 uma produção de 633,26 milhões de toneladas, tendo uma redução de 3,6% em relação à safra anterior. A região centro-oeste deve manter a sua área colhida, mas observa-se uma redução no quesito produtividade, com uma produção de 133,66 milhões de toneladas, uma redução de 0,4%. A produção de açúcar atingiu 37,87 milhões de toneladas, uma queda de 2,1% comparada com a safra anterior. O etanol também teve uma queda de 0,2%, em virtude da menor disponibilidade de cana-de-açúcar nessa safra (CONAB, 2018).

Pertencendo à família das poaceae, tem o ciclo de colheita anual. No entanto para manter-se economicamente viável, sua soqueira tolera em média cinco cortes. A planta tem sistema radicular fasciculado, desenvolvendo-se na forma de touceira, emitindo perfilhos, o crescimento do caule em colmos, ereto e dividido em nós, a folha é estreita e lanceolada com nervuras paralelas. Em algumas variedades podem ter inflorescência na forma de espiga (MARAFON, 2012).

A diagnose foliar, é um método de avaliação nutricional que utiliza a planta como solução extratora. Baseando na premissa de que existe uma correlação entre o crescimento e produção das plantas e o teor de nutrientes em seus tecidos, e a partir dessa correlação pode-se estabelecer limites dos teores de nutrientes a serem fornecidos para planta (NASCIMENTO, 2012).

Os fertilizantes organominerais surgem como uma inovação a fim de mudar o conceito de adubação e o estudo destes gera grandes expectativas na eficiência, economia e sustentabilidade. Esse fertilizante quando entra em contato com o solo e inicia a sua biodegradação, ocorrendo à liberação de forma lenta e contínua dos nutrientes, evitando assim perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida por um período maior durante o seu crescimento. Além disso, possuem uma série de propriedades capazes de aumentar a produtividade das culturas, dentre elas manter o alto teor de matéria orgânica (TEIXEIRA; SOUSA & KORNDÖRFER, 2014).

O lodo de esgoto é um resíduo sólido gerado a partir do tratamento biológico das águas residuárias. Com esse processo toneladas desse produto são produzidas nas estações de tratamento de esgoto (ETE), desta forma é preciso dar um destino correto para esse produto, principalmente devido às questões ambientais. Portanto a utilização deste na agricultura ganha-se destaque por ser uma prática viável do ponto de vista ambiental, social, econômico e agrônomo (PEREIRA & GARCIA, 2016).

A utilização do lodo de esgoto na agricultura ainda é questionada quanto ao seu potencial na fertilização das culturas, principalmente as de ciclos longos como a cana-de-açúcar e principalmente quanto aos danos que este pode causar ao meio ambiente, devido o uso de maneira inadequada (BONINI; ALVES & MONTCANARI, 2015). Apesar de sua utilização ser questionada, existe vários estudos sobre o assunto mostrando suas vantagens. De acordo com dados de pesquisas nesta área verifica-se que a aplicação de lodo de esgoto no solo proporciona melhorias nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, além de aumentar o teor de nutrientes disponíveis para as culturas (BUENO et al., 2011; RIBEIRINHO et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2014).

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas aplicadas em pequenas doses nas plantas que estimula processos de crescimento e desenvolvimento. E composto principalmente por fitormônios, como auxina, giberelina, citocinina, e outras análogas. Estes funcionam como indutores de brotações, estimula o crescimento radicular, são ativadores de metabolismos das células e processos fisiológicos, com o objetivo de manter o equilíbrio hormonal da planta, tornando-a menos suscetível a condições adversas. É importante ressaltar que a ação destes é limitada por diversos fatores, destaca-se a nutrição (OLIVEIRA, 2013).

Sendo assim, objetivou-se estudar o estado nutricional da cana-de-açúcar fertilizada com organominerais a base de lodo de esgoto e bioestimulante, para obter dados sobre a eficiência do fertilizante organomineral; estudar o uso do lodo de esgoto na agricultura; estudar o uso de bioestimulantes na cultura, para obter dados sobre a eficiência destes relacionados com estado nutricional da cultura.

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).

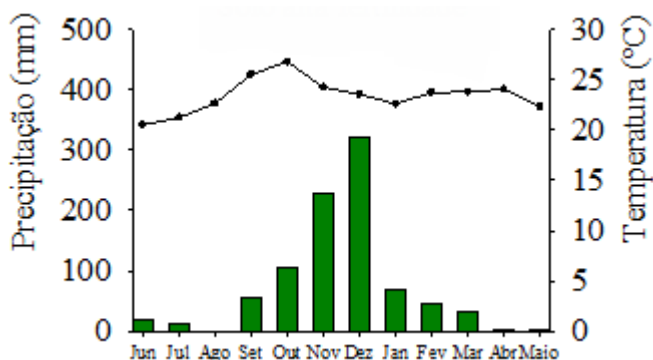


Figura 1. Média da precipitação (mm) e temperatura (°C) da área experimental durante o ciclo da cultura. Morrinhos – GO, 2018.

Características da área experimental

O estudo foi conduzido em área de alta fertilidade do solo com características de expansão de canavial sendo o primeiro ano de cultivo, realizou-se a análise química nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1). 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. Este foi o primeiro ano de cultivo. O solo é argiloso com 40,9 % de argila, 21,2 % de silte, e 37,9 % de areia.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental antes da instalação do ensaio. Morrinhos – GO, 2018.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.	Cu	Fe	Mn	Zn
	01:02,5	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		%		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			
0-20	6,0	2,1	0,6	0	11,6	136	2,5	5,55	55	0	2,7	1,6	19	2,5	0,9
20-40	5,9	1,2	0,3	0	3,0	55	2,5	4,14	40	0	1,1	1,4	13	1,3	0,5

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 (2011).

Produção do organomineral

Foi produzido a partir do lodo de esgoto extraído da estação de tratamento 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. Ainda úmido passou por um tratamento químico incorporando-se (30 %) de cal hidratada sobre a parte sólida existente do centrifugado. Em seguida 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 da Universidade Federal de Uberlândia (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização química do biossólido extraído da estação de tratamento de esgoto do departamento municipal de água e esgoto da cidade de Uberlândia - MG. Morrinho, GO – 2018.

Atributo	Unid.	Base Seca 110°C	Atributo	Unid.	Base seca 110 °C
pH CaCl ₂	pH	8,10	Enxofre	%	1,31
Densidade	g cm ⁻³	0,66	Boro	mg kg ⁻¹	10
Umidade Total	%	10,96	Sódio	mg kg ⁻¹	201
Nitrogênio Total	%	0,99	Manganês	mg kg ⁻¹	209
Mat. Orgânica Total	%	49,90	Cobre	mg kg ⁻¹	135
Carbono Total	%	27,72	Zinco	mg kg ⁻¹	1042
Resíduo Mineral Total	%	50,67	Ferro	mg kg ⁻¹	27236
Relação C/N	%	28/1	Cadmo	mg kg ⁻¹	1,4
Fósforo	%	2,80	Mercúrio	mg kg ⁻¹	0,7
Potássio	%	0,30	Cromo	mg kg ⁻¹	931
Cálcio	%	8,25	Níquel	mg kg ⁻¹	250
Magnésio	%	2,48			

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).

Com base no laudo laboratorial do biossólido e na necessidade de adubação de plantio (formulação 04-21-07) foram homogeneizados 39.3 % de biossólido, 12.2 % de cloreto de potássio (58 % K₂O) farelado, 47 % de fosfato monoamônico (12 % N e 44 % de P₂O₅) farelado e 1.5 % de água. Para a adubação de cobertura (formulação 07-00-28 + 0,7% de B) 31% de biossólido, 15% de uréia polimerizada (45 % N), 48.3 % de cloreto de potássio farelado, 4.2 % de ácido bórico e 1.50 % de água.

Manejo do solo e implantação da cultura

Foi realizada 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 aradoura intermediária (Piccin®) 16 x 28 e nivelamento do solo com grade niveladora (Piccin®) 36 x 22. Semeou 30 kg ha⁻¹ de sementes de *Crotalaria juncea* L., 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. Realizou-se os sulcos para plantio com sulcador com abertura de haste de 52 a 82 cm e comprimento 50 cm. Plantou-se de 15 a 18 gemas viáveis por metro, na profundidade de 30 a 40 cm. O experimento foi implantado em Junho de 2015, durante o período de inverno, sendo esse período característico de seca para a região. Por tanto se fez necessário a irrigação, com uma lâmina de 10 mm diretamente no sulco, dividida em duas vezes por semana, durante oito semanas. Para essa irrigação utilizou-se reservatório de água rebocado e acoplado a um trator. Utilizou 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% B aos 150 dias após plantio (DAP), de acordo com análise do solo da área experimental.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com fatorial 5 x 2 +1 sendo 5 tratamentos com e sem bioestimulante, mais um adicional (adubação mineral) em quatro repetições. As unidades experimentais constituíram de 9 m de largura x 10 m de comprimento, compostas por seis linhas com espaçamento de 1,5 m, totalizando 90 m². Para área útil considerou-se as quatro linhas centrais da parcela desprezando-se 1,0 m em cada extremidade totalizando 36 m². Os carregadores foram espaçados de 3,0 m entre parcelas e blocos. A recomendação de adubação de plantio foi atendida utilizando-se as fontes organomineral a base de lodo de esgoto e mineral. Foi utilizado o bioestimulante enraizador (0,09 g dm⁻³ citocinina; 0,05 g dm⁻³; 0,05 g dm⁻³) 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 e cobertura, consistindo: 100 % com fonte mineral; 0; 60; 80; 100 e 120 % (Com e Sem Bioestimulante) da fonte organomineral de lodo de esgoto.

Para o controle das ervas daninhas utilizou os herbicidas diuron® (3,2 L ha⁻¹), hexazinona® (5,0 L ha⁻¹) e MSMA® (3,0 L ha⁻¹). O controle de formigas e cupins utilizou o princípio ativo fipronil aplicados no sulco de plantio na dosagem de 2,5 g ha⁻¹.

Tabela 3. Caracterização dos tratamentos com dose e quantidade de organomineral aplicado, com ou sem bioestimulante. Morrinhos – GO, 2018.

	Tratamentos	Dose (%)	Quantidade do fertilizante organomineral	
			Kg ha ⁻¹	
			Plantio	Cobertura
			04-21-07	07-00-28
Sem Bioestimulante	T1	0	0	0
	T2	60	282	240
	T3	80	376	320
	T4	100	470	400
	T5	120	564	480
Com Bioestimulante 0,75 L ha ⁻¹	T6	0	0	0
	T7	60	282	240
	T8	80	376	320
	T9	100	470	400
	T10	120	564	480
Mineral	T11	100	470	400

As variáveis analisadas foram os macronutrientes: (N) nitrogênio; (P) fósforo; (K) potássio; (Ca) cálcio; (Mg) magnésio e (S) enxofre e micronutrientes: (Fe) ferro; (Zn) zinco; (Mn) manganês; (B) boro e (Cu) cobre. Todas feitas através de análises químicas foliares aos 150 e 270 DAP, conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2011). Cada amostra composta foi formada por 12 secções centrais de 20 cm de cada folha.

A folha coletada na planta foi à folha +3 (Figura 2). Depois de retirada, lavou-se as amostras com auxílio de água e detergente neutro, retirou-se o excesso de umidade com papel toalha, e levou a estufa à 65°C por 48 horas, logo após a secagem completa, com o auxílio de um moedor elétrico, triturou-se as amostras e foi enviada para o laboratório de solos (LABAS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

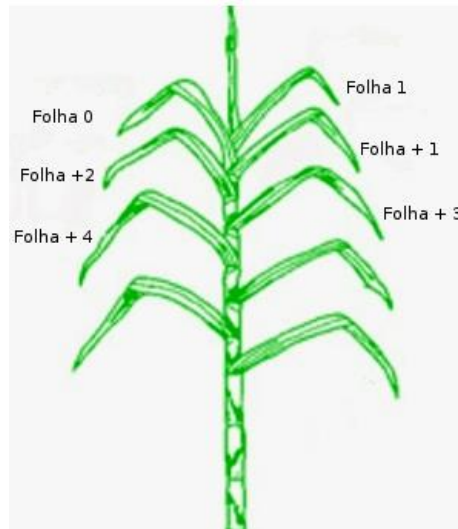


Figura 2. Esquema de numeração de folhas, Morrinhos – GO, 2018.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à 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, 2009). Foi feito os testes de pressuposições da análise estatística referente à normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias a 1% de probabilidade.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento da cultura a campo, não foram observadas diferenças visuais relacionadas com a brotação das gemas, tamanho, diâmetro e cor (clorofila) das plantas, entre os tratamentos, ou seja, todas as parcelas tiveram um desenvolvimento uniforme. Não houve problemas com ataque de pragas e doenças, nem plantas daninhas, visto que estes fatores poderiam interferir nos resultados.

Verificou-se nas análises feitas aos 150 DAP que as variáveis não diferiram ao se comparar a fonte organomineral com a mineral. E nem entre as doses utilizadas de organomineral. O bioestimulante não influenciou nos teores de nutrientes na planta (Tabela 4).

Tabela 4. Teores foliares de macro e micronutrientes da cana-de-açúcar aos 150 DAP em função do percentual da dose de recomendação de plantio com e sem bioestimulante. Morrinhos – GO, 2018.

Bioestimulante	-----Percentual da recomendação (%)-----					
	0	60	80	100	120	Media
	----- N (g kg ⁻¹) -----					
Sem	17.35	17.85	17.95	16.90	17.07	17.42 A
Com	16.55	16.54	16.59	16.62	17.07	16.67 A
	Mineral 100 % = 17.32					
	CV (%)= 7.00; DMS _{Bioestimulante} = 0.76; DMS _{Mineral} = 2.43					
	----- P (g kg ⁻¹) -----					
Sem	1.12	1.22	1.30	1.20	1.30	1.23 A
Com	1.15	1.15	1.17	1.20	1.17	1.17 A
	Mineral 100 % = 1.05					
	CV (%)=12.46; DMS _{Bioestimulante} = 0.09; DMS _{Mineral} = 0.30					
	----- K (g kg ⁻¹) -----					
Sem	17.37	16.00	12.25	15.50	15.25	15.27 A
Com	16.62	15.25	15.00	16.75	15.50	15.82 A
	Mineral 100 % = 17.25					
	CV (%)=17.08; DMS _{Bioestimulante} = 1.73; DMS _{Mineral} = 5.48					
	----- Ca (g kg ⁻¹) -----					
Sem	2.45	2.27	2.47	2.47	2.35	2.40 A
Com	2.65	2.17	1.90	2.57	2.30	2.32 A
	Mineral 100 % = 2.27					
	CV (%)= 19.37; DMS _{Bioestimulante} = 0.29; DMS _{Mineral} = 0.93					
	----- Mg (g kg ⁻¹) -----					
Sem	0.90	0.90	1.07	0.87	0.92	0.93 A
Com	1.00	0.90	0.92	0.87	0.85	0.91 A
	Mineral 100 % = 0.80					
	CV (%)= 21.15; DMS _{Bioestimulante} = 0.12; DMS _{Mineral} = 0.39					
	----- S (g kg ⁻¹) -----					
Sem	0.77	1.05	0.82	0.92	0.90	0.89 A
Com	0.95	0.87	0.87	0.90	0.95	0.91 A
	Mineral 100 % = 0.85					
	CV (%)= 19.34; DMS _{Bioestimulante} = 0.11; DMS _{Mineral} = 0.35					
	----- B (mg kg ⁻¹) -----					
Sem	47.28	48.81	48.37	49.98	49.89	48.86 A
Com	45.73	46.49	45.67	47.75	49.51	47.03 A
	Mineral 100 % = 48.90					
	CV (%)=7.67; DMS _{Bioestimulante} = 2.36; DMS _{Mineral} = 7.46					
	----- Cu (mg kg ⁻¹) -----					
Sem	6.40	5.77	5.55	6.27	5.90	5.98 A
Com	6.62	5.60	5.12	5.75	5.85	5.79 A
	Mineral 100 % = 5.35					
	CV (%)= 11.61; DMS _{Bioestimulante} = 0.43; DMS _{Mineral} = 1.38					
	----- Mn (mg kg ⁻¹) -----					
Sem	31.05	41.45	44.72	40.22	33.60	38.21 A
Com	42.40	45.40	38.30	40.92	29.82	39.37 A
	Mineral 100 % = 33.10					

CV (%)= 45.40; DMS _{Bioestimulante} = 11.22; DMS _{Mineral} = 35.50						
	Zn (mg kg ⁻¹)					
Sem	8.35	7.20	7.20	7.82	7.45	7.60 A
Com	7.50	7.32	7.05	7.25	6.75	7.17 A
Mineral 100 % = 8.10						
CV (%)=11.81; DMS _{Bioestimulante} = 0.56; DMS _{Mineral} = 1.79						

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

A adubação organomineral foi igual à mineral aos 150 DAP, esse fator pode estar associado à época em que o plantio foi realiza em junho de 2015, a qual e equivalente ao período de seca para região, sendo assim não encontrava água disponível no solo, para que as reações químicas entre o fertilizante, solo e planta ocorressem, tornando os nutrientes disponíveis na solução do solo. Outro fator que pode estar associado e a boa fertilidade do solo da área experimental, o qual teve pH 6, acidez baixa (adequado), teor de P igual a 11,6 mg dm⁻³, Ca²⁺ igual 2,1 cmol_c dm⁻³ valores considerado médio de acordo com 5ª aproximação, sendo assim o efeito das adubações não tiveram diferenças entre os tratamentos (ALVAREZ V. et al., 1999).

Estudo feito com a aplicação de lodo de esgoto em solo fértil obteve-se uma nutrição mais adequada em plantas de cana-de-açúcar, onde se teve ação corretiva de acidez e aumentando os teores foliares de P, Ca, S, Cu e Zn, estes nutrientes foram importantes para explicar os ganhos de produtividade de colmo e de açúcar (SILVA et al., 1998). O mesmo foi observado por Chiba (2008), em que os teores de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn, encontravam-se em níveis ideais nas plantas de cana-de-açúcar após receberem o lodo de esgoto.

Resultado oposto foi visto por Sousa (2014), onde observou que o fertilizante mineral não alterou os níveis nutricionais de NPK nas folhas de cana-de-açúcar, o mesmo serviu para o fertilizante organomineral que com as dosagens de 60% e 80% do teor de NPK também não teve diferença da fonte mineral, logo a análise foliar de ambas as situações os nutrientes estavam dentro dos limites nutricionais recomendados para a cultura. Características semelhantes foram relatadas por Ferreira (2015), que avaliando teores foliares de macro e micronutrientes em batata cv. Ágata constatou que para os seguintes nutrientes: P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e B não houve diferença quando comparando a adubação com fonte mineral e organomineral.

Os tratamentos com bioestimulante não diferiram dos sem bioestimulante aos 150 DAP, no entanto, a ação de produtos hormonais é limitada na planta por diversos fatores, altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, poucas precipitações, época de aplicação. Isto foi observado em trabalhos feitos com aplicação de maturadores, com função de regular crescimento na cultura da cana-de-açúcar, onde sua eficiência agrônômica é afetada de forma

significativa pelo clima e época de aplicação (PEREIRA LEITE et al., 2009; LEITE; CRUSCIOL & SILVA, 2011). Resultados semelhantes foram observados por Hida, Silveira & Segato (2009), o qual destaca o clima como principal fator que interfere na resposta dessa classe de produtos.

Isto ajuda na compreensão da igualdade entre os tratamentos visto que a época de aplicação do produto correspondeu com o período de seca para a região, onde registra-se altas temperaturas, baixa umidade do ar e poucas precipitações. Sendo assim seu efeito sobre a planta em promover o desenvolvimento radicular, pelo estímulo das divisões celulares foi afetado, conseqüentemente a absorção de água e nutrientes pelas raízes foi menor. Logo o bioestimulante não influenciou no estado nutricional da planta.

Verificou-se nas análises feita aos 270 DAP que as variáveis não diferiram ao se comparar a fonte organomineral com a mineral. E nem entre as doses utilizadas de organomineral. Entretanto o bioestimulante influenciou no teor de B na planta (Tabela 5).

Tabela 5. Teores foliares de macro e micronutrientes da cana-de-açúcar aos 270 DAP em função do percentual da dose de recomendação de cobertura com e sem bioestimulante. Morrinhos – GO, 2018.

Bioestimulante	Percentual da recomendação (%)					
	0	60	80	100	120	Media
-----N (g kg ⁻¹)-----						
Sem	15.67	14.52	15.95	15.42	16.02	15.52 A
Com	15.32	16.05	15.60	15.60	15.85	15.68 A
Mineral 100 % = 16.45						
CV (%)=7.60; DMS _{Bioestimulante} = 0.76; DMS _{Mineral} = 2.43; W=; F= ; F' =						
-----P (g kg ⁻¹)-----						
Sem	2.22	2.50	2.77	2.20	3.45	2.63 A
Com	2.27	2.30	2.25	3.22	2.97	2.60 A
Mineral 100 % = 2.20						
CV (%)=46.08; DMS _{Bioestimulante} = 0.76; DMS _{Mineral} = 2.42; W=; F= ; F' =						
-----K (g kg ⁻¹)-----						
Sem	17.12	17.62	17.12	17.87	17.75	17.50 A
Com	17.00	16.62	16.75	15.87	18.12	16.87 A
Mineral 100 % = 18.50						
CV (%)=7.96; DMS _{Bioestimulante} = 0.88; DMS _{Mineral} = 2.81; W=; F= ; F' =						
-----Ca (g kg ⁻¹)-----						
Sem	1.90	2.32	2.02	2.10	2.17	2.10 A
Com	2.30	2.12	2.12	2.10	2.30	2.19 A
Mineral 100 % = 2.00						
CV (%)= 16.35; DMS _{Bioestimulante} = 0.22; DMS _{Mineral} = 0.71; W=; F=; F' =						
-----Mg (g kg ⁻¹)-----						
Sem	0.87	0.77	0.82	0.80	0.82	0.82 A
Com	0.80	0.85	0.82	0.87	0.90	0.85 A
Mineral 100 % = 0.92						

CV (%)= 10.32; DMS _{Bioestimulante} = 0.05; DMS _{Mineral} = 0.17; W=; F=; F'=-						
----- S (g kg ⁻¹) -----						
Sem	0.62	0.65	0.75	0.60	0.87	0.70 A
Com	0.85	0.80	0.60	0.67	0.72	0.73 A
Mineral 100 % = 0.62						
CV (%)= 34.86; DMS _{Bioestimulante} = 0.15; DMS _{Mineral} = 0.50; W=; F=; F'=-						
----- B (mg kg ⁻¹) -----						
Sem	16.02	15.65	16.69	14.24	13.11	15.14 B
Com	17.32	18.33	17.24	17.66	18.21	17.75 A
Mineral 100 % = 17.49						
CV (%)=20.76; DMS _{Bioestimulante} = 2.22; DMS _{Mineral} = 7.02; W=; F= ; F'=-						
----- Cu (mg kg ⁻¹) -----						
Sem	3.40	3.12	3.12	2.97	3.07	3.14 A
Com	3.40	3.15	3.40	3.32	3.32	3.32 A
Mineral 100 % = 3.30						
CV (%)= 14.24; DMS _{Bioestimulante} = 0.29; DMS _{Mineral} = 0.94; W=; F= ; F'=-						
----- Mn (mg kg ⁻¹) -----						
Sem	19.02	27.25	22.25	21.92	25.90	23.27 A
Com	27.10	21.60	23.25	21.70	26.75	24.08 A
Mineral 100 % = 29.10						
CV (%)= 26.90; DMS _{Bioestimulante} = 4.20; DMS _{Mineral} = 13.28; W=; F=; F'=-						
----- Zn (mg kg ⁻¹) -----						
Sem	9.00	8.52	8.85	8.67	8.82	8.77 A
Com	8.55	8.60	9.35	8.97	8.80	8.85 A
Mineral 100 % = 9.00						
CV (%)= 5.79; DMS _{Bioestimulante} = 0.33; DMS _{Mineral} = 1.04; W=; F= ; F'=-						

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

Observou-se diferença apenas quando comparado os tratamentos com e sem bioestimulante, sendo o boro o único nutriente que teve essa diferença. A média do tratamento com bioestimulante foi de 17,75 mg kg⁻¹, sendo maior que a média do tratamento sem bioestimulante que foi 15,14 mg kg⁻¹, porém esses níveis encontram-se dentro dos valores ideais para a cultura de acordo com a 5ª aproximação (MARTINEZ; CARVALHO & SOUZA, 1999). Logo o bioestimulante associado com a adubação proporcionou um aumento no teor de B na planta. De acordo com Oliveira (2013), foram observadas melhorias na qualidade de planta de cana-de-açúcar e sua produtividade com a utilização de bioestimulante associados ou não com uma fonte de adubação.

O aumento no teor foliar de B na planta aos 270 DAP pode estar relacionado com a adubação de cobertura, visto que no formulado tem um teor de 0,7% de B, e esta foi efetuada durante o período chuvoso na região. Assim, há uma maior disponibilidade de água no solo, facilitando a ocorrência das reações químicas entre solo, água, nutriente e planta,

disponibilizando o B na solução do solo. O mesmo tem liberação de forma lenta possibilitando maior aproveitamento das plantas. Condições ideais de umidade do solo e disponibilidade de nutrientes favorecem o desenvolvimento vegetativo da planta, inclusive na produção e manutenção das folhas (QUINTANA, 2010; AUDU & SAMUEL, 2015).

Aumento nos teores foliares de B foi observado por Almeida (2014), em que a aplicação de bioestimulante na cultura do feijoeiro, promoveu diferenças significativas nas quantidades do nutriente. Muitos autores explicam que existem uma relação entre o nutriente e a auxina presente no bioestimulante.

Pesquisas feitas com aplicação foliar de B, associado ou não a maturadores na cultura da cana-de-açúcar, observaram um aumento significativo no teor do micronutriente nas folhas, chegando a um acúmulo médio de 20 mg kg⁻¹, aos 18 dias após aplicação (SIQUEIRA, 2014). O mesmo foi observado por Leite, (2010), em que a aplicação de B isolado ou associado à maturadores, aumentou o teor do micronutriente nos tecido foliar de cana-de-açúcar.

4. CONCLUSÃO

Os diferentes percentuais de adubação de plantio e cobertura não influenciaram no teor de nutrientes aos 150 e 270 DAP em planta de cana-de-açúcar.

A adubação com fertilizante organomineral a base de biossólido é semelhante à adubação com fertilizante mineral.

O bioestimulante associado à adubação não influencia no estado nutricional da planta aos 150 DAP.

O bioestimulante associado à adubação aumentou o teor de boro em plantas de cana-de-açúcar aos 270 DAP.

5. REFERÊNCIAS

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; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ V., V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa, MG, p25 – 32. (1999).

ALMEIDA, A. Q. de; SORATTO, R. P. Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Semina. Ciências Agrárias.** Londrina, v.35, n.4, p. 2259-2272, 2014.

AUDU, M. SAMUEL, I. Influence of organomineral fertilizer on some chemical properties of soil and growth performance of rice (*Oryza sativa* L.) in Sokoto, Sudan Savanna zone of Nigeria. **Journal of Natural Science Research.** v.5, n.14, p.64-68, 2015.

BONINI, C. S. B; ALVES, M. C; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.19, n.4, p. 388-393, 2015.

BUENO, J. R. P; BERTON, R. S; DA SILVEIRA, A. P. D; CHIBA, M. K; DE ANDRADE, C. A; DE MARIA, I. C. Chemical and microbiological attributes of an oxisol treated with successive applications of sewage sludge¹. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1461-1470, 2011.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento safra brasileira:** cana-de-açúcar. V. 4 - SAFRA 2017/18, N. 4 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-73, abril 2018.

CHIBA, M. K; MATTIAZZO, M. E; OLIVEIRA, F. C. Cultivo de cana-de-açúcar em argissolo tratado com lodo de esgoto. II-fertilidade do solo e nutrição da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 32, n. 2, 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2 ed. rev. e ampliada. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica. 230 p. 2011.

FERREIRA, D. M. **Produção e qualidade de batata cultivar Ágata sob adubação mineral e organomineral**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - BA.

LEITE, G. H. P. **Maturadores associados à boro e silício aplicados via foliar em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2010. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP.

LEITE, G. H. P; CRUSCIOL, C. A. C; SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio safra. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.129-138, 2011.

LEITE, G. H. P; CRUSCIOL, C. A. C; LIMA, G. P. P; SILVA, M. A. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 718 – 725, 2009.

MARTINEZ, H. E. P; CARVALHO, J. G; SOUZA, R. B. **Diagnose foliar**. In: RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ V., V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa, MG, p25 – 32. (1999).

MARAFON, A. C. **Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: Uma Introdução ao Procedimento Prático**. 2012. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/doc_168.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

NASCIMENTO, F. M; BICUDO, S. J; FERNANDES, D. M; RODRIGUES, J. G. L; FERNANDES, J. C. Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 67-86, 2012.

NASCIMENTO, A. L; SAMPAIO, R. A; JUNIO, G. R. Z; CARNEIRO, J. P; FERNANDES, L. A; RODRIGUES, M. N. Teores de metais pesados no solo e em girassol adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 294-300, 2014.

OLIVEIRA, C. P; ALVAREZ, R. de C. F; DE LIMA, S. F; CONTARDI, L. M. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar com o uso de condicionador de solo e bioestimulantes. **Agrarian**. Dourados, v. 6, n. 21, p. 245-251, 2013.

PEREIRA, A. C. A; GARCIA, M. L. Effects of disposal of a food industry wastewater treatment plant sludge on soil: case study. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. Rio de Janeiro, n. 3 , p. 0-0, 2016.

RIBEIRINHO, V. S; MELO, W. J; SILVA, D. H; FIGUEIREDO, L. A; MELO, G. M. P. Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. **Pesq. Agropec.Tropical**, v.42, n.2, p166-173, 2012.

QUINTANA, K. A. **Irrigação e fertirrigação por gotejamento para cana-de-açúcar na presença e ausência de boro**. 2010. 70f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Jabotical-SP.

SIQUEIRA, G. **Aplicação de boro e maturadores na pré-colheita da cana-de-açúcar em início e final de safra**. 2014. 149 p. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Univerisdade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu.

SILVA, F. C; BOARETTO, A. E; BERTON, R. S; ZOTELLI, H. B; PEXE, C, A; MENDOÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: nutrientes, metais pesados e produtividade. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 1, p. 1-8, 1998.

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.

SOUSA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. 2014. 87f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

TEIXEIRA, W. G; DE SOUSA, R. T. X; KORNDÖRFER, G. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 30, n. 6, 2014.

HIDA, J. N. T.; SILVEIRA, J. C. F; SEGATO, S. V. Efeito dos maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). **Nucleus**. Ituverava, v.6, n.2, 2009.