



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS FIRMINO DA SILVA MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA AO
USO DE BIOINSUMOS NO LITORAL SUL DO RIO GRANDE DO NORTE**

AREIA
2023

LUCAS FIRMINO DA SILVA MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA AO
USO DE BIOINSUMOS NO LITORAL SUL DO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mielezrski

AREIA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M488d Medeiros, Lucas Firmino da Silva.

Desenvolvimento vegetativo de cana-de-açúcar em resposta ao uso de bioinsumos no litoral sul do Rio Grande do Norte / Lucas Firmino da Silva Medeiros. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

33 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Saccharum officinarum L. 3. Crescimento vegetativo. 4. Bioestimulação. I. Mielezrski, Fábio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 14/06/2023.

**“DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA AO
USO DE BIOINSUMOS NO LITORAL SUL DO RIO GRANDE DO NORTE”**

Autor: LUCAS FIRMINO DA SILVA MEDEIROS

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fábio Mielezrski
Orientador (a) – UFPB

Me. Álvaro do Nascimento Rodrigues
Examinador

Me. Lucilo José Morais de Almeida
Examinador (a) – UFPB

Primeiramente a Deus, a minha mãe, por ter acreditado em meu potencial e ao meu pai (Lourival Freitas), DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por guiar meus passos até esse momento, permitindo seguir firme nessa jornada.

À minha mãe, Leneide, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e fazendo de tudo por mim desde que nasci, me proporcionando do bom e do melhor. Dedico a ela essa conquista, por todo esforço que ela fez para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai de coração, Lourival Freitas, que é a pessoa na qual eu me inspiro em ser, meu exemplo de vida, pra mim o melhor ser humano que já existiu, sua bondade e paciência são inigualáveis. Sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

À minha tia Zelia, que sempre me ajudou e me apoiou durante minha jornada. Sempre me colocou perto de Deus, seja com suas palavras ou atitudes.

Aos meus padrinhos/irmãos, Leila que sempre me incentivou e me procurou para fornecer apoio, proporcionou momentos marcantes em minha vida, com passeios e dias especiais. Lourival Júnior, minha grande inspiração profissional, obrigado pelos conselhos profissionais, por conseguir para mim oportunidade de estágio e todos os momentos vividos desde minha infância. Catiani, que sempre esteve presente em meu dia a dia, agradeço pelas ajudas nas tarefas escolares e me incentivar a crescer na vida.

Também, agradeço à Frederico Barbosa, por todo apoio prestado e por ser sempre presente comigo, à Juciê que sempre foi presente e me ajudou com minhas tarefas escolares e a Aline, por todo carinho e por sempre estar presente comigo. À minha namorada Sara, por ser sempre parceira e estar ao meu lado em momentos difíceis, incentivando e deixando claro todo o meu potencial em meio à tantas responsabilidades no momento de fim do curso.

Aos meus primos, Henrique, Guilherme, Geovanna, George, Marina, Vitória, Vinícius e Lara, por sempre alegrarem a família.

Ao meu orientador, Fabio Mielezrski, por ter aceitado a proposta do trabalho e por toda orientação feita.

À Álvaro Rodrigues, por todo apoio em meu TCC, pelos conhecimentos repassados durante meu estágio com a COAF e pelo aceite em fornecer os produtos UPL e acompanhamento do experimento, juntamente com Lourival Júnior.

À Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias e toda equipe de professores que contribuirão em minha formação acadêmica. Em especial, a

professora Silvanda por toda ajuda acadêmica com monitorias e projeto de iniciação científica, todo seu carinho e atenção. Aos professores Manoel Bandeira, Raphael Beirigo, Bruno Oliveira, Leossávio e as professoras Luciana, Rejane e Edna.

À Usina Vale Verde, em Baía Formosa-RN e as pessoas que a compõem por me proporcionarem contato profissionalmente em meu primeiro estágio. Meu supervisor de estágio, Dr. Alexandre Aciole por toda experiência e conhecimento repassados, uma honra. Dr. Arnaldo, por permitir a realização de estágio e toda equipe que me abraçou e me orientou: Senhor Messias, Ramón Ribeiro, Ramón Farias, Sandro e Sonildo.

A equipe COAF, pela realização do estágio. Senhor Hermano, pela oportunidade de estagiar na empresa, aos meus amigos Júlio Barbosa, Caio César, Henrique Pessoa e Paulo, obrigado pelos conhecimentos repassados e recepção.

Aos meus amigos que me acompanharam durante a graduação. Em especial a Rayan, que sempre estivemos juntos desde o primeiro período e nos tornamos grandes amigos, da mesma forma Franklin. Ao meu amigão Ery, que sempre esteve comigo brincando e estudando, obrigado por toda paciência. À minha amiga Bruna, uma pessoa do coração gigante, paciente e carismática. Aos amigos Vinícius, Ítalo e Felipe, foram essenciais. À João Paulo, por toda ajuda prestada durante elaboração do meu TCC e por sua amizade.

As minhas amigas Emily, Ana Sobreira, Milenna e Ellen, por nossos passeios, ajudas acadêmicas e companheirismo. Em especial Ana, por toda ajuda e preocupação comigo.

Aos meus grandes amigos da universidade, Marcos Vinícius, João Henrique, Luiz Fernando (cara extraordinário), Gustavo Neves, Maria Luiza, Jackeline, Wendell e Joalison, por toda diversão, ao longo do curso, brincadeiras, passeios e principalmente apoio, em especial ao meu grande amigo Marcos Vinícius, por nossa forte amizade e João Henrique, por toda receptividade em nosso começo de amizade. Aos amigos de início do curso, Henrique Medeiros, Fidélis, Misael e Alfredo, sempre me apoiaram em minha adaptação com a universidade.

Aos meus amigos que tenho desde infância, João Vitor Sanges, que sempre esteve comigo desde o colégio Cempa até a Universidade, meu grande amigo. Luiz Matheus, por nossos momentos e por nosso gosto em futebol e Anderson, que é o meu amigo mais antigo. Guilherme Brito, pela amizade e minha dupla em fazer trabalhos escolares. Grande carinho por vocês.

Aos meus amigos que conheci em João Pessoa, Elydonn, Davi, Marlos, Ziel e João Marcelo. Em especial Elydonn, me ajudou bastantes em momentos difíceis.

Aos amigos que considero bastante, Joca e seu filho Robson, que sempre estiveram presente em minha infância, Francisco e Severino pela ajuda, em trabalhos mais pesados no meu TCC e Nicodemos (*in memorian*), pessoa muito especial na fazenda onde cresci.

Agradeço também, as pessoas que passaram durante a graduação e minha vida: Thiago Barretto, João Pedro, André, Erivan, Wellington (WS), João Victor, Bruno Bondade, Pedim, João Lukas, Miguel, João Paulo, Cleverton, Luiz Henrique, Otávio, Mauro, Hugo, Guimarin, Mayra, Marquinhos, Heitor Bione e muitos outros.

Por fim, agradeço ao meu time do coração, Palmeiras, por me proporcionar momentos de felicidades e glórias.

Sem disciplina, o talento não serve para nada.

Cristiano Ronaldo

RESUMO

Originária das regiões tropicais do sul e sudeste da Ásia, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) é uma importante matéria-prima para a produção de etanol, açúcar, energia, cachaça e alimentação animal. Para um bom manejo dessa cultura, é imprescindível o conhecimento do ciclo e dos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou avaliar o efeito da aplicação de um fertilizante mineral misto (Fisiativador), fertilizante organomineral (Carreador de moléculas) e nematicida biológico no crescimento vegetativo da variedade RB92579. O trabalho foi conduzido na área agrícola da Fazenda Amparo, localizada no município de Canguaretama-RN, onde foi realizado todo processo de preparo da área e do solo, além de cálculos de calagem e adubação e aplicação dos produtos em fundo de sulco. O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados com 5 tratamentos, 4 repetições, num total de 20 parcelas. Foram avaliadas as seguintes variáveis: brotação, altura de planta, diâmetro do colmo, número de folhas, largura e comprimento de folha, número de perfilhos, massa fresca da raiz, comprimento da raiz e massa seca da raiz. Efeito significativo dos tratamentos a 1% de probabilidade de erro pelo teste F foi obtido para a altura de plantas e comprimento de folhas. Para o diâmetro de colmo, número de folhas, largura de folhas e comprimento de raiz, obteve-se significância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os três produtos associados demonstraram bom desempenho, visto que, o carreador que contém carbono orgânico derivado de ácidos fúlvicos, que incrementa disponibilidade, absorção e translocação de vários nutrientes e elementos, favorecendo o crescimento vegetativo das plantas. O Fisiativador deve ser utilizado em associação com os demais produtos, onde o Carreador irá facilitar a assimilação dos nutrientes do Fisiativador e o Nematicida possui a garantia de proteger as raízes contra ataques de nematoides, ainda a associação dos produtos Fisiativador + Carreador + Bionematicida, na cultura da cana-de-açúcar proporcionou aumento nas variáveis avaliadas no trabalho.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L.; crescimento vegetativo; bioestimulação.

ABSTRACT

Originating from the tropical regions of South and Southeast Asia, sugarcane (*Saccharum* spp) is an important raw material for the production of ethanol, sugar, energy, cachaça and animal feed. For a good management of this culture, it is essential to know the cycle and the patterns of growth and development of the plants. In this sense, this research aimed to evaluate the effect of applying a mixed mineral fertilizer (Physiattivator), organomineral fertilizer (Molecule Carrier) and biological nematicide on the vegetative growth of the RB92579 variety. The work was carried out in the agricultural area of Fazenda Amparo, located in the municipality of Canguaretama-RN, where the entire process of preparation of the area and soil was carried out, in addition to liming and fertilization calculations and application of products in the furrow bottom. The experiment was set up in a randomized block design with 5 treatments, 4 replications, in a total of 20 plots. The following variables were evaluated: sprouting, plant height, stem diameter, number of leaves, leaf width and length, number of tillers, root fresh mass, root length and root dry mass. Significant effect of treatments at 1% probability of error by the F test was obtained for plant height and leaf length. For stem diameter, number of leaves, width of leaves and root length, significance was obtained at the 5% error probability level. The three associated products showed good performance, since the carrier contains organic carbon derived from fulvic acids, which increases the availability, absorption and translocation of various nutrients and elements, favoring the vegetative growth of plants. The Physioactivator must be used in association with the other products, where the Carrier will facilitate the assimilation of the nutrients of the Physioactivator and the Nematicida has the guarantee of protecting the roots against nematode attacks, even the association of the Fioactivator + Carrier + Bionematicida products, in sugarcane culture provided an increase in the variables evaluated in the study.

Keywords: *Saccharum officinarum* L.; vegetative growth; biostimulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar.....	19
Figura 2 - Mapa de localização da área de experimental.....	22
Figura 3 - Croqui da área experimental.....	25
Figura 4 - Altura de planta de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	28
Figura 5 - Diâmetro de colmo de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	29
Figura 6 - Número de folhas de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	30
Figura 7 - Largura de folhas de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	30
Figura 8 - Comprimento de folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	31
Figura 9 - Comprimento de raiz de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Profundidades (0 - 0,25 m e 0,25 - 0,50 m), respectivamente.....	23
Tabela 2 - Tratamentos e quantidades dos produtos utilizados no experimento.....	24
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF), comprimento de folhas (CF), largura de folhas (LF), número de brotações (NB), número de perfilhos (NP), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções. Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. Importância da cana-de-açúcar	14
2.2. Morfologia e fenologia da cana	15
2.3. Uso de fertilizantes mineral e organomineral	18
2.4. Uso de carreador molecular e nematicida biológico	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Área experimental	19
3.2. Implantação e condução experimental	20
3.3. Delineamento experimental	22
3.4. Variáveis analisadas	23
3.5. Análise estatística	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Originária das regiões tropicais do sul e sudeste da Ásia, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), pertencente ao gênero *Saccharum* L. e a família das Poaceae (OLIVEIRA et al., 2017). É uma planta C4, apresenta alta taxa fotossintética e alta eficiência na fixação do CO₂ da atmosfera. Apresenta boa adaptabilidade em condições de elevadas temperaturas, alta intensidade luminosa e escassez de água (SEGATO et al., 2006).

A composição da base genética dos atuais cultivares comerciais de cana-de-açúcar resultam da *S. officinarum* e *S. spontaneum*. Essas possuem características particulares, como na *S. officinarum*, por possuir genes de alto teor de açúcar, caule grande e baixo teor de fibras, porém possui baixa resistência a doenças e insetos e baixa capacidade de perfilhamento. Já na *S. spontaneum*, apresenta genes de resistência, como sistema radicular robusto, bom perfilhamento, forte resistência a doenças e insetos e adaptabilidade de excelência (MOORE et al., 2013).

A escolha da variedade para cultivo é de fundamental importância, pois a variedade deve ser adaptada às condições edafoclimáticas da região, ser resistente a pragas e doenças e ter um retorno produtivo desejado.

Para ter um bom manejo da cultura, é imprescindível o conhecimento do ciclo e dos padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas. A planta, o ambiente de produção e o manejo, são fatores que devem estar em conjunto para obter-se a máxima produtividade, nesse sentido, o processo canavieiro possui três objetivos básicos: produtividade, qualidade da matéria prima e longevidade das socarias (MARAFON, 2012).

Diversos fatores interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura, um desses é a falta de precipitação pluviométrica, a necessidade hídrica da cana-de-açúcar varia de acordo com a variedade e da fase vegetativa, possuindo maior exigência nas fases iniciais de brotação, perfilhamento e crescimento vegetativo. Segundo Abreu et al. (2013), pode provocar crescimento limitado dos colmos, além de redução na produtividade final.

O fornecimento de nutrientes de forma balanceada, na quantidade necessária da cultura é um fator que determinará o aumento de produção e qualidade final da cana-de-açúcar. A perda na produção de sacarose pode ocorrer quando a planta não dispõe de nutrientes ou água para realizar seus processos metabólicos, uma adução

que atende as exigências da análise de solo, com macronutrientes e micronutrientes, terá retorno final desejado (QUINTANA, 2010).

Em virtude das vantagens que podem ser oferecidas pela utilização de produtos que favoreçam o crescimento vegetativo da cana-de-açúcar, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fertilizante mineral misto (fisiotivador), fertilizante organomineral (carreador de moléculas) e nematicida biológico, no crescimento vegetativo da variedade RB92579, no litoral sul do Rio Grande do Norte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil está sempre em expansão, devido principalmente a produção de açúcar e etanol. Por sua vez, o etanol é uma opção de fonte renovável de combustível e menos poluente, sendo a cultura da cana uma alternativa excelente para produzir etanol. Além disso, é possível produzir o açúcar, energia (através da queima do bagaço), a cachaça e utilizada para alimentação animal (OLIVEIRA et. al, 2019). A grande demanda por etanol e açúcar faz com que o setor sucroalcooleiro tenha crescido bastante.

Outra particularidade da cultura, é seu potencial na matriz energética nacional. Segundo Matos (2020), a biomassa proveniente da cana-de-açúcar representou 17% da oferta nacional de energia para o ano de 2017, sendo o maior percentual de energias renováveis. Isso faz com que, seja possível reduzir o consumo de energias não renováveis e diminuir a dependência do petróleo, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa (GEE).

Tendo em vista a produção de etanol, o combustível é considerado o melhor para atender a grande demanda por combustíveis de origem renovável, além de ser menos poluente e de baixo custo. Estima-se que ao substituir a gasolina pelo etanol, dá para reduzir em até 60% as emissões, sendo possível desacelerar o aquecimento global, visto que, a queima de combustíveis não renováveis é responsável por cerca de 82% das emissões de gases do efeito estufa (SANTOS et al., 2018).

O plantio, é uma fase importante a ser analisada, visto que, o manejo adequado pode ser atingido por meio da observação dos padrões de crescimento, que possibilita selecionar variedades adaptadas de acordo com cada ambiente em questão para obter melhores produções, associado com melhores práticas de produção agrícola (BATISTA, ZOLNIER, RIBEIRO, LYRA, SILVA & BOEHRINGER, 2013).

A cana-de-açúcar é a segunda maior cultura comercial, ficando atrás apenas do algodão, a cultura proporciona geração de emprego e renda e segurança alimentar em todo o mundo. Por ser uma planta eficiente na transformação da luz solar em energia bioquímica, traz bons retornos de produção de sacarose e biomassa (SINGH et al., 2020).

A região Nordeste, destaca-se pela produção de cana-de-açúcar, onde o litoral tem maior força de produção da cultura. O estado de Alagoas é o principal estado produtor do Nordeste, seguido do estado de Pernambuco, em que, Alagoas é o quinto maior produtor do Brasil, onde já foi o segundo maior do país, porém com estagnação de suas áreas e não avanços tecnológicos, foi perdendo de posição ao passar dos anos (CARVALHO et al., 2018).

No Rio Grande do Norte, o setor canavieiro é a principal atividade agrícola em área plantada e receita gerada, com 66.667 ha e R\$ 619.599,00 respectivamente. A produtividade da cana-de-açúcar no estado ($61,37 \text{ t ha}^{-1}$) é 14% menor do que a média do país e semelhante à média da região nordeste (IBGE, 2021).

Dessa forma, as pesquisas para melhoria de cenário da cana-de-açúcar no Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte são de fundamental importância, para desenvolvimento da cultura associado a utilização de novas tecnologias que surgem no mercado.

2.2 Morfologia e fenologia da cana

A cultura da cana-de-açúcar desenvolve-se em forma de touceiras, sua parte aérea é composta por colmos, folhas, inflorescências e frutos, ademais, a parte subterrânea constituída por raízes e rizomas. O colmo é o caule das gramíneas, possui nós bem marcados e entrenós distintos, além de sustentar as folhas e as panículas. O nó serve para a descrição das variedades, por conter a gema, o anel de crescimento, a cicatriz foliar e a zona radicular. A importância da gema, se dá pela emissão de uma nova planta por meio de um poro germinativo, o entrenó situa-se entre dois nódios. A folha é constituída pela lâmina foliar, bainha e colar (SILVA, 2012).

A inflorescência da cana-de-açúcar, é uma panícula aberta com presença de flores hermafroditas cada uma com um óvulo. As flores possuem pistilos que têm a terminação com estigmas de cor roxa ou avermelhada, ainda o androceu é formado por três estames que são sustentados cada um por uma antera (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

A fenologia da cultura da cana-de-açúcar (figura 1) é dividida em quatro estágios de desenvolvimento, que são: Brotação, Perfilhamento, Crescimento e Maturação. Segundo Silva (2019), para se ter um desenvolvimento desejado da cultura, é importante ser realizado o plantio na época adequada, assim, podendo ser plantada em três diferentes épocas: sistema de ano-e-meio (18 meses), sistema de ano (12 meses) e plantio de inverno (época seca).

A brotação na cana-de-açúcar ocorre primeiramente com o desenvolvimento das raízes de fixação (7-10 dias), posteriormente ocorre a emergência dos brotos, que vão originar os colmos (20 – 30 dias), porém, alguns fatores podem interferir no tempo de brotação das plantas, como a variedade escolhida, temperatura e umidade, profundidade de plantio e posição da gema ao longo do colmo. Nessa fase, a planta utiliza de reservas nutricionais presentes no colmo e a raiz absorve água e nutrientes (THOMAS, 2016).

No estágio de perfilhamento ocorre o estabelecimento definitivo da cultura. O estágio de perfilhamento é afetado por diversos fatores, dentre eles: fatores climáticos, a deficiência hídrica diminui e até impede o perfilhamento, a ausência de radiação solar diminui o transporte de auxinas interferindo na quantidade de perfilhos; adubação, fazer uso de nitrogênio favorece o perfilhamento, além disso, toletes provenientes de canaviais bem nutridos vão proporcionar maior perfilhamento; cultivares o número de perfilho varia de acordo com a cultivar escolhida e práticas culturais utilizadas (AUDE, 1993).

Na fase de crescimento, Aude (1993), ainda diz que ocorre intensa divisão, diferenciação e alongamento celular, com aumento na massa seca da parte aérea e raízes da planta. No colmo os efeitos são a formação de nós, alongação dos espaços entrenós e o desenvolvimento das folhas. Também, alguns fatores como temperatura e umidade, disponibilidade de água, nutrientes e radiação solar interferem no crescimento da cana. Nesse estágio, a planta passa a depender mais das raízes dos perfilhos (CURY, 2013).

O último estágio da cultura da cana-de-açúcar é a maturação, onde os fotoassimilados são dirigidos ao acúmulo de sacarose nos colmos. À medida que a maturação vai aumentando, o teor de sacarose vai sendo distribuído ao longo do colmo, visto que, no início a maior concentração ocorre no terço basal da planta. A maturação dos colmos é analisada por meio do equipamento refratômetro, que mede o grau Brix (% de sólidos solúveis presentes no caldo). Entretanto, análises

laboratoriais, como teor de sacarose aparente (Pol), pureza (relação Pol/°Brix), açúcares redutores totais (glicose e frutose) e açúcar total recuperável (ATR), são realizadas visando obter o momento de colheita, de acordo com os resultados (GALDIANO, 2008).

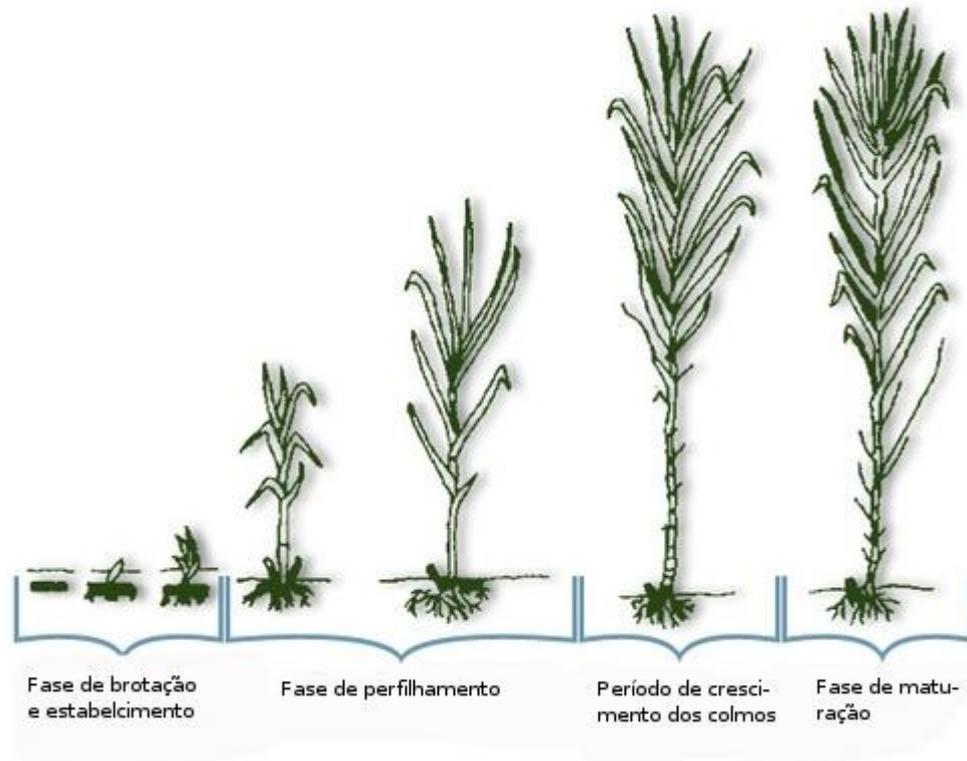


Figura 1 - Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar. Fonte: GASCHO & SHIH (1983).

O ciclo fenológico da cana-de-açúcar é distribuído por fases diferentes, que são: plantio do tolete; brotação do tolete; início do perfilhamento; perfilhamento intenso; maturação; colmos industrializáveis; corte ou colheita e brotação da soqueira (SEGATO et al., 2006).

Quando a quantidade de água disponível é de baixa quantidade, pode levar ao atraso do crescimento da cultura, pois ocorre estresse hídrico que causa fechamento dos estômatos e diminui a fotossíntese (BRUNINI, 2016). Práticas como a de irrigação e plantio no início das chuvas, evitam danos causados pelo estresse hídrico, proporcionando melhores rendimentos.

2.3 Uso de fertilizantes mineral e organomineral

O fertilizante mineral é fundamental para melhoria e manutenção do solo, pois o mesmo agrega benefícios como no aumento de produtividade das culturas, sustentabilidade econômica/ ambiental e qualidade de alimentos. O produto é obtido por meio de processo físico, químico ou físico-químico, pode fornecer um ou mais nutrientes. O fertilizante mineral pode ser simples, formado por um composto químico, com um ou mais nutrientes; misto, resultado da mistura física de dois ou mais fertilizantes minerais e pode ser complexo, formado por dois ou mais compostos químicos com dois ou mais nutrientes (MORAES, 2020).

O uso de fertilizantes líquidos contendo micronutrientes vem crescendo no mercado, mesmo que exigidos em menores quantidades que os macronutrientes, os micronutrientes são indispensáveis para ótimo desenvolvimento de uma lavoura (SILVA; OLIVEIRA, 2021).

Por meio de mistura de compostos orgânicos com complementação de fontes minerais, é preparada a adubação organomineral, esse tipo de adubação reduz praticamente as perdas a zero de nutrientes, como nitrogênio, potássio e fósforo, devido a alta quantidade de matéria orgânica e minerais. Ainda, o adubo organomineral possibilita melhorar a microbiota do solo, incrementando a proliferação de microrganismos e reestrutura o solo, fazendo com que absorva melhor os nutrientes aplicados e diminuindo a quantidade de futuras aplicações nesse solo que teve sua qualidade melhorada (ROYO, 2010).

De acordo com Alcarde (2007), os fertilizantes organominerais, possuem em sua composição fertilizantes minerais e orgânicos, com natureza fundamentalmente orgânica, obtidos através de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, que são enriquecidos ou não com nutrientes minerais.

A mistura de fertilizantes minerais e resíduos orgânicos, trazem benefícios importantes para o solo e conseqüentemente a planta, como minimizando o impacto ambiental, aumenta a fertilidade do solo e reduz o uso de fertilizantes minerais, promovendo o suprimento de nutrientes minerais e matéria orgânica, assim, proporcionando vantagens para o produtor (FERREIRA et al., 2015).

2.4 Uso de carreador molecular e nematicida biológico

O ácido fúlvico, destaca-se por ser um dos princípios ativos da matéria orgânica, sendo fundamental estimulante nas alterações fisiológicas dos vegetais,

contribuindo para o crescimento e ganho de produtividade de várias culturas, como a cana-de-açúcar (CARON, 2015). Sendo a composição de alguns carreadores de moléculas.

O ácido fúlvico é um complexo químico multifuncional, que faz parte do húmus, existentes em solos, lagos e oceanos, sendo importante agente quelante de cátions metálicos com impacto direto em sua disponibilidade e envio. Sua obtenção pode ser de várias fontes, mas a mais importante é a leonardita matéria-prima de extração da substância (MONTESDEOCA, 2023).

Diversas espécies de microrganismos que habitam o solo e a rizosfera das plantas, estão sendo estudadas sobre seu potencial de controle de nematoides, por serem inimigos naturais dos mesmos. O controle biológico de nematoides vem crescendo ao passar dos anos, por conferir maior sustentabilidade no controle de pragas. Entre os agentes de controle biológico, destaca-se o uso da bactéria *Bacillus subtilis*, que garante controle de fitonematoides, além de proporcionar maior desenvolvimento vegetativo das plantas (MAZZUCHELLI, 2013).

Bacillus subtilis é uma bactéria habitante natural do solo, produz enzimas e fitohormônios que viabilizam proveitos para as plantas, além de ser descrita como promotora de crescimento de plantas, pode produzir os antibióticos bulbiformina, micosubtilina, bacilomicina, bacilizina e funginicina, (ARAÚJO, 2008; ARAÚJO; HUNGRIA, 1999).

O uso intensivo de defensivos químicos agrícolas pode causar problemas de desequilíbrio ambiental, como resistência de plantas ao princípio ativo, contaminação do solo e água e intoxicação de animais e pessoas. Com a crescente demanda por sistemas mais sustentáveis de manejo integrado, o controle biológico é de suma importância para produção de alimentos livres de resíduos deixados por defensivos agrícolas (LOPES, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O trabalho foi conduzido na área agrícola da Fazenda Amparo, localizada no município de Canguaretama, Rio Grande do Norte (Figura 2). Localizado no litoral sul do estado, o município possui latitude de 06°22'48,0" sul, longitude 35°07'44,4" oeste e altitude de 10 m. Estando situado entre duas grandes capitais, 75 km da sua capital Natal e 108 km da capital paraibana João Pessoa. O solo predominante no município,

é classificado como Aluviais Eutróficos (IDEMA, 2008). O clima predominante é o tropical chuvoso, com temperatura média anual de 25,6°C e umidade relativa do ar de 73%., com uma pluviosidade média anual variando de 1.300 a 1.800mm.

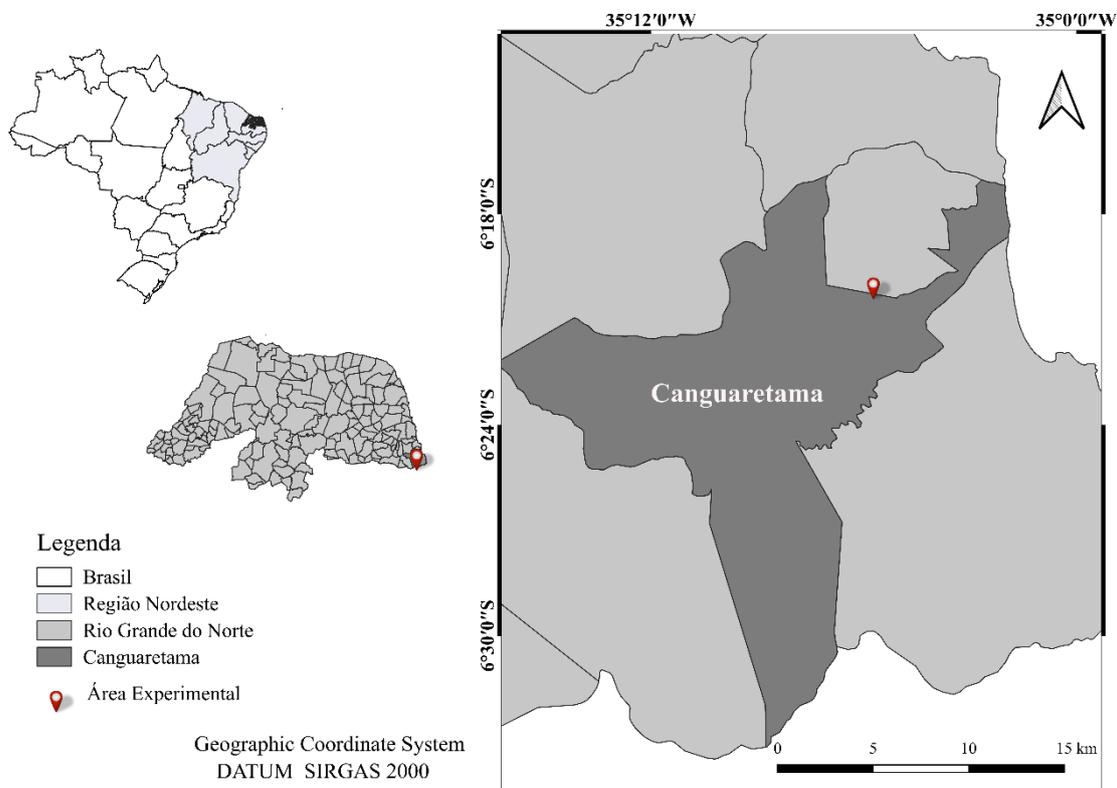


Figura 2 - Mapa de localização da área de experimental. **Fonte:** Dados do autor.

3.2 Implantação e condução experimental

O experimento foi realizado em uma área agrícola que estava em pousio, sendo necessário fazer todo manejo do solo. Primeiramente a área foi aberta por meio de uma grade pesada, em seguida uma grade niveladora/fina para quebrar os torrões e nivelar a área, para assim ser feito os sulcos com o sulcador. Após esses processos foi feita a piquetagem do experimento.

As mudas utilizadas no experimento foram provenientes da Usina Vale Verde – Unidade Baía Formosa, pertencente ao Grupo Farias. A variedade utilizada foi a RB92579, que possui excelente produtividade agrícola, boa brotação e perfilhamento, alta eficiência no uso dos principais nutrientes, ótimo teor de sacarose e outras características que fazem com que seja umas das variedades mais plantadas. O plantio se procedeu de forma manual, sendo distribuído os toletes no sulco da forma pé com ponta.

Com sulco aberto, foi feita a calagem, a adubação de acordo com a análise de solo (Tabela 1) e a aplicação dos tratamentos (fertilizante mineral misto, fertilizante organomineral – carreador de moléculas e nematicida biológico), de forma manual.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental. Profundidades (0 - 0,25 m e 0,25 - 0,50 m), respectivamente.

pH	P	K	NA	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	M.O.	
H ₂ O	-----ppm -----			-----Meq/100mL-----							%
5,1	6,0	10,0	9,0	3,1	0,39	0,6	0,5	-	4,26	1,52	
pH	P	K	NA	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	M.O.	
H ₂ O	-----ppm -----			-----Meq/100mL-----							%
4,9	5,0	14,0	16,0	3,2	0,38	0,6	0,6	-	4,51	1,52	

M.O= matéria orgânica; SB= saturação por bases; CTC= capacidade de troca de cátions.

De acordo com a análise de solo do experimento, foi calculado em hectares a necessidade de calcário e adubação para cultura da cana-de-açúcar. Visando corrigir a acidez do solo, foi calculado a necessidade de calcário de 2,2t/há com saturação de 70%. Para adubação de fundo de sulco, foi necessário 700 kg/ha 06-24-30 (NPK), ainda para aporte em micronutrientes, visando estabelecimento da cultura, foi aplicado em todo experimento um fertilizante mineral líquido rico em boro (B) e outro rico nitrogênio (N), enxofre (S), cobalto (Co), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), com recomendação de 5L/ha, conforme recomendação do fabricante. Também, para adubação de cobertura recomendado 450 kg/ha 13-04-20 (NPK).

Para aplicação dos produtos testados, foi feita a calda para cada tratamento, sendo pulverizado em fundo de sulco no tolete (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamentos e quantidades dos produtos utilizados no experimento.

Tratamentos	Quantidades (L/ha)
T1 – Fisiotivador	0,5
T2- Fisiotivador + Carreador	0,5 + 2,0
T3- Fisiotivador + Bionemática	0,5 + 2,0
T4 – Fisiotivador + Carreador + Bionemática	0,5 + 2,0 + 2,0
T5 – Testemunha	0

Fonte: Dados do autor.

Composição dos produtos utilizados: Fisiotivador – N(1%), K₂O(5%), B (0,08%), Fe(0,4%), Mn(1%), S(1%), Zn(2%) e Carbono orgânico total (3,5%). Carreador – N(5%), K₂O(7,5%) e Carbono orgânico total (10%). Bionemática - *Bacillus subtilis* Y1336, pó molhável (50%).

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi montado (Figura 3) em delineamento de blocos casualizados com 5 tratamentos, 4 repetições, num total de 20 parcelas. Cada parcela contendo 4 sulcos de 1,10 m de espaçamento, cada bloco com 5 tratamentos e ruas com 1,5m de espaçamento. A área experimental ocupou um total de 685,1 m² (22,1m x 31m) e área por parcela de 22m² (4,4m x 5m).

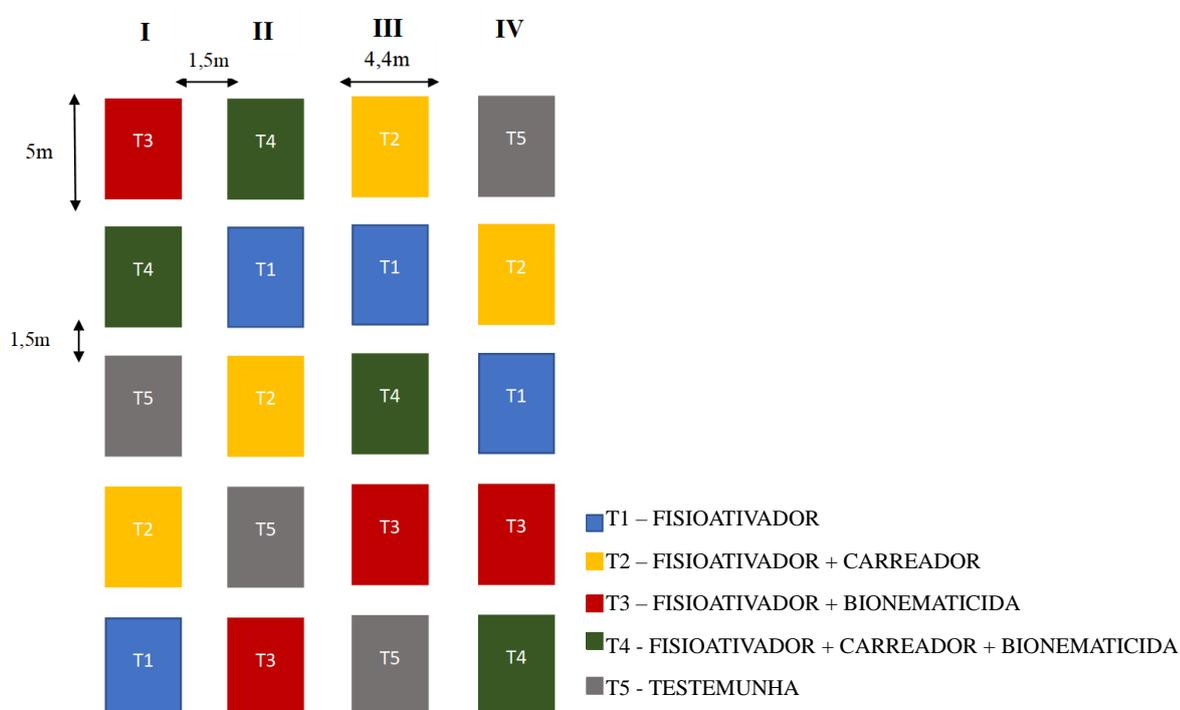


Figura 3 - Croqui da área experimental. **Fonte:** Dados do autor.

3.4 Variáveis analisadas

Brotação

A avaliação de brotação foi feita com 35 dias após o plantio, fazendo contagem dos brotos emergidos por metro linear das duas linhas centrais de cada parcela, ou seja, excluindo as bordaduras.

Altura de plantas

Com auxílio de uma trena, foram medidos o comprimento de altura de 10 plantas por parcela, sendo feito a partir da base até a inserção da folha +1, após 71 dias. Os dados foram obtidos em centímetros.

Diâmetro do colmo

Mensurou-se, com o uso de paquímetro, o diâmetro médio do colmo, com base na amostragem de três pontos de cada colmo (base, meio e início do palmito), de 10 plantas de cada parcela, após 71 dias.

Número de folhas

Para o número de folhas, foram contadas as folhas totalmente abertas das 10 plantas de cada parcela, após 71 dias.

Largura de folha

Com uma trena, foi mensurada a largura das folhas de 10 plantas, após 71 dias.

Comprimento de folha

Utilizando uma trena, foi mensurado o eixo maior das folhas de 10 plantas, após 71 dias.

Número de perfilhos

Foi contado o número de perfilhos nas duas linhas centrais para cada parcela, em cada metro linear por linha. Em seguida, realizada média para obtenção da quantidade média de perfilhos.

Massa fresca da raiz

Foi aberta uma trincheira numa dimensão que preservasse , para coletar o sistema radicular de 5 plantas para cada parcela, em seguida pesado e obtido o valor de massa fresca da raiz.

Comprimento da raiz

Com auxílio de uma trena foi mensurado o comprimento da raiz de 5 plantas para todas as parcelas, após 72 dias.

Massa seca da raiz

As raízes foram levadas para estufa para secagem, sendo secas por 72 horas a temperatura de 70°C. Posteriormente, secas e pesadas para determinação da sua massa seca da raiz.

3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F e posterior, teste de médias pelos critérios de Scott-Knott, a 5% de probabilidade com auxílio do software R versão 4.2.0 (R CORE TEAM, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis vegetativas e da cana-de-açúcar está descrito na Tabela 3. Efeito significativo dos tratamentos a 1% de probabilidade de erro pelo teste F foi obtido para a altura de plantas e para o comprimento de folhas. Para o diâmetro de colmo, número de folhas, largura de folhas e comprimento de raiz, obteve-se significância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para as demais variáveis, efeito significativo ($p < 0,05$) não foi obtido.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de folhas (NF), comprimento de folhas (CF), largura de folhas (LF), número de brotações (NB), número de perfilhos (NP), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR) de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de biossoluções. Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

FV	GL	Quadrado Médio				
		AP	DC	NF	CF	LF
Bloco	3	8.8523**	0.0268341*	1.95533**	252.329**	0.029565*
Tratamento	4	14.9009**	0.0242273*	1.01925*	87.383**	0.044618*
Resíduo	12	2.4904	0.0046145	0.23825	10.887	0.006511
CV (%)		4.2	3.6	8	2.6	2.4
FV	GL	NB	NP	MFR	MSR	CR

Bloco	3	24.767*	40.083	133.911	3.4053	1.858
Tratamento	4	8.675	47.219	137.234	8.072	148.382*
Resíduo	12	5.225	24.552	93.219	3.4787	36.643
CV (%)		8.3	12.9	19.6	17.9	14.7

**e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; FV – Fonte de Variação; CV – Coeficiente de variação; GL – Grau de liberdade.

Maior altura de plantas (>30 cm) foi obtida nos tratamentos em associação com o nematicida (Figura 4). Um fator importante, é a composição desse nematicida a base de *Bacillus subtilis*, para o alcance de maior altura de plantas nas condições experimentais. De acordo com Hashem et al. (2019) a colonização das raízes por essas rizobactérias fornece nutrientes e, em troca, *Bacillus subtilis* formam um biofilme fino nas raízes das plantas, na qual recebem compostos e atividades bacterianas, que estimulam o crescimento das plantas e fornecem proteção contra o estresse aos seus hospedeiros. Tornando-se, um motivo para que os tratamentos com a presença do nematicida tenha um melhor desempenho que os demais. Ainda, no estudo feito por Adam et al. (2014), o uso *B. subtilis* reduziu atividade do nematódeo das galhas, em outra espécie vegetal.

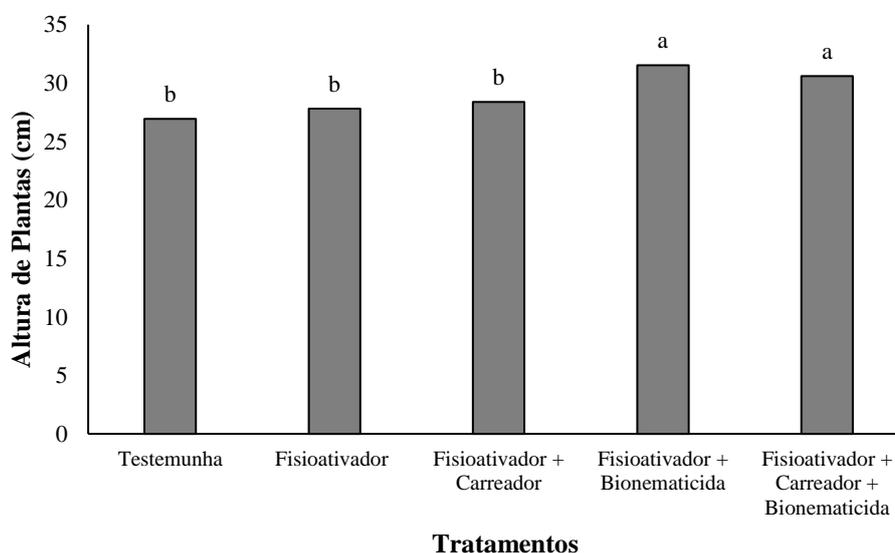


Figura 4 - Altura de planta de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

As plantas de cana-de-açúcar responderam de forma significativa à utilização do Fisiotivador de forma isolada ou conjunta para a obtenção de maiores valores de diâmetro de colmo (> 1.49 cm), diferindo estatisticamente do tratamento testemunha

(Figura 5). Com circunferência maior no diâmetro do colmo, conseqüentemente poderá maior acúmulo de sacarose no colmo da planta. O Fisiativador contém em sua formulação macro e micronutrientes combinados com extratos vegetais hidrolizados, no qual ampliam o desenvolvimento e a produtividade da cana-de-açúcar, e os micronutrientes atuam nos processos enzimáticos das plantas, apresentando grande importância na nutrição da cultura (NICCHIO, 2016).

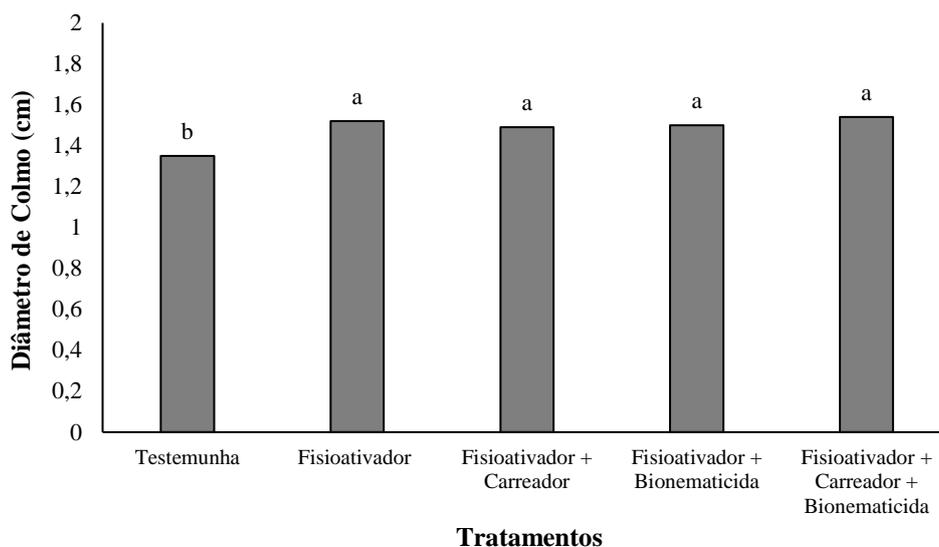


Figura 5 - Diâmetro de colmo de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

Aos 71 dias após o plantio foi possível obter plantas de cana-de-açúcar com 5 folhas ou mais com a aplicação do Fisiativador em junção com o Carreador ou com o Nematicida, ou com a aplicação Fisiativador + Carreador + Nematicida (Figura 6). Um maior número de folhas para a fase inicial da planta, trará maior área fotossintética e conseqüentemente maior produção de fotoassimilados. Segundo Lyra (2016), em condições normais, o crescimento das plantas deve-se a translocação de fotoassimilados das folhas, porém em condições críticas a translocação é reduzida ou paralisada, retardando o desenvolvimento.

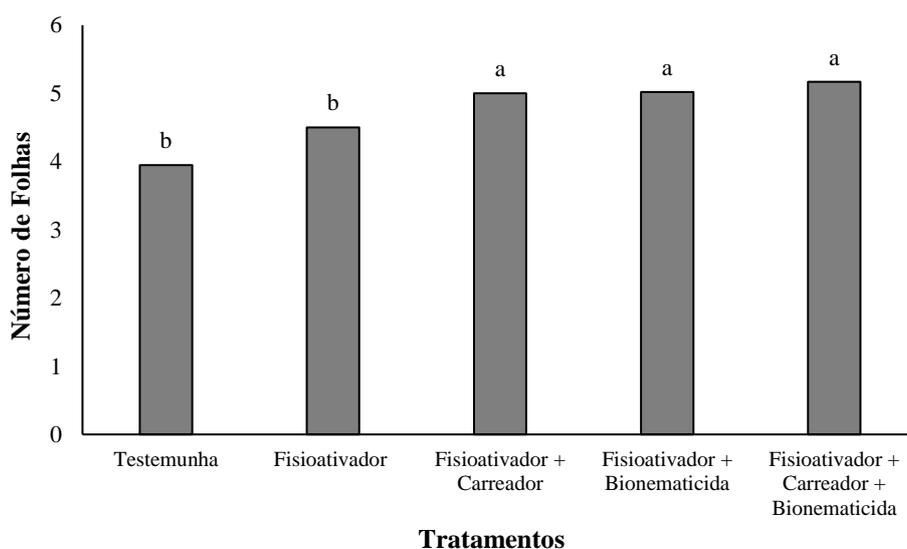


Figura 6 - Número de folhas de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

O uso isolado do Físioativador não diferiu estatisticamente do tratamento testemunha para a largura de folhas. Todavia, resultados superiores estatisticamente foram obtidos com a utilização desse produto em associação com as demais formulações, obtendo-se folhas com largura superior a 2,60 cm (Figura 7). A largura da folha, é de suma importância para maior área foliar e captação de luz solar.

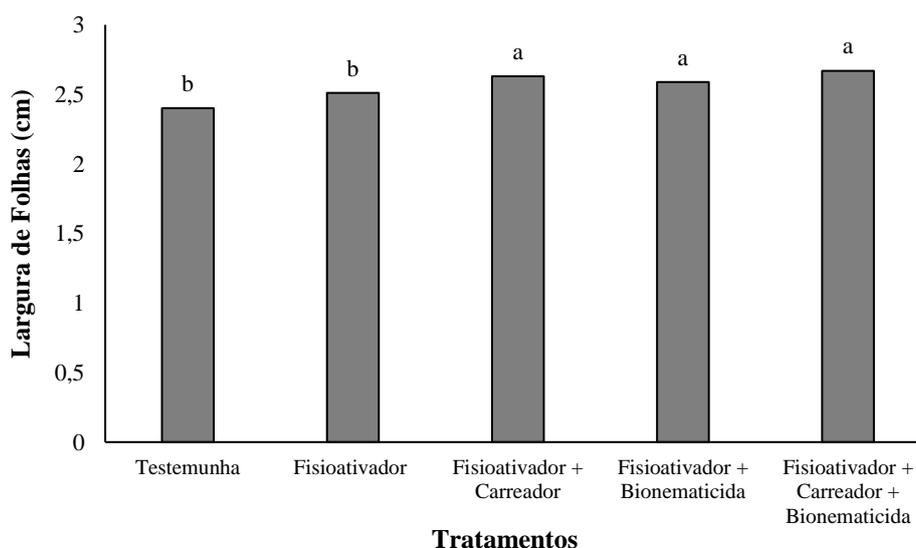


Figura 7 - Largura de folhas de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

O uso do Fisiotivador + Carreador + Bionematicida propiciou a obtenção de plantas de cana-de-açúcar com maior comprimento de folha, com média de 105,62 cm. Em contrapartida, os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha (Figura 8). Os três produtos associados demonstraram bom desempenho, visto que, o carreador que contém carbono orgânico derivado de ácidos fúlvicos, que incrementa disponibilidade, absorção e translocação de vários nutrientes e elementos, favorecendo o crescimento vegetativo das plantas.

Ainda, o carreador de moléculas utilizado composto por ácidos fúlvicos, a fração biologicamente mais ativa das substâncias húmicas devido ao baixo peso molecular e solubilização em qualquer pH, esses ácidos fúlvicos contém polissacarídeos, aminoácidos e auxinas que podem proporcionar o desenvolvimento vegetal (SCHMIDT et al., 2003). A cana-de-açúcar é umas das culturas, em que o uso de condicionadores de solo como ácido fúlvicos vêm sendo testados em experimentos, demonstrando resultados na produtividade, promovendo maior desenvolvimento vegetativo, ampliando o sistema radicular, sendo mais vigoroso e com maior exploração do volume do solo (BEAUCLAIR et al., 2010).

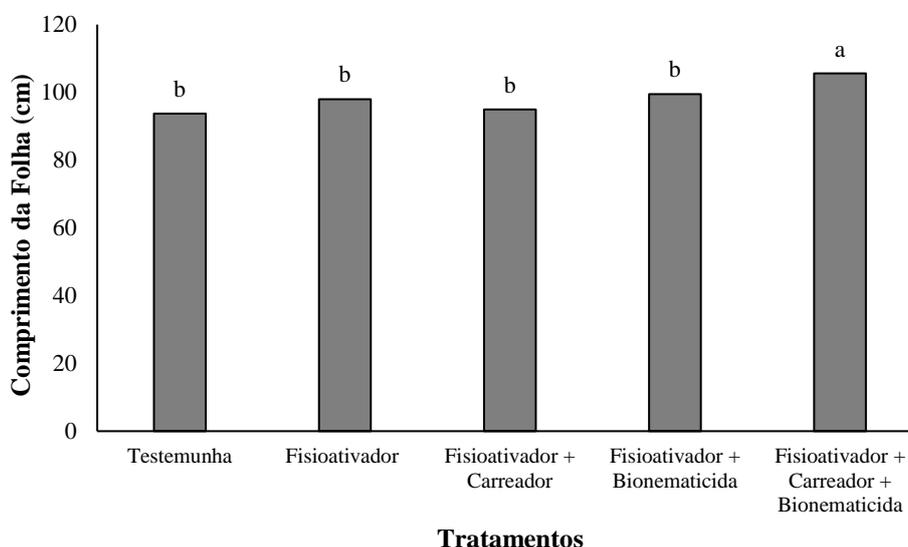


Figura 8 - Comprimento de folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

Assim como observado para o número e largura de folhas, para o comprimento de raiz melhor desenvolvimento do sistema radicular (>33 cm) foi obtido com a associação do uso do Fisiotivador com o Condicionador de Solo ou Nematicida, ou

com a aplicação conjunta desses três produtos (Figura 9). Em condições adequadas de cultivo, a cana-de-açúcar desenvolve raízes mais compridas, em busca de água em camadas mais profundas do solo (SILVA-OLAY, 2017). Ademais, conferindo estabelecimento e desempenho da cultura.

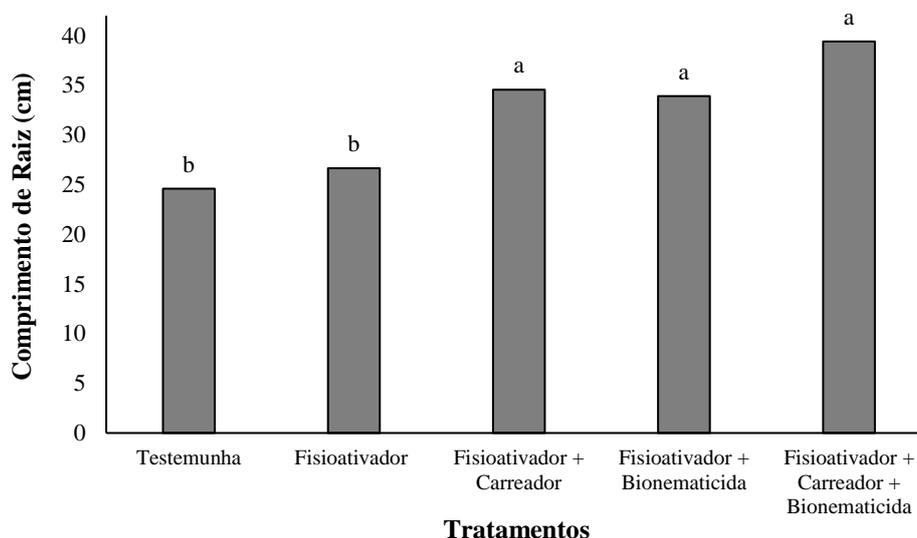


Figura 9 - Comprimento de raiz de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos de bioinsumos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Canguaretama-Rio Grande do Norte, 2023.

5 CONCLUSÕES

A associação dos produtos Fisiotivador + Carreador + Bionemática, na cultura da cana-de-açúcar proporcionou aumento nas variáveis avaliadas nesse estudo, resultando inicialmente um maior crescimento vegetativo. A utilização desses bioinsumos em fundação de sulco, funcionam como uma alternativa para estímulo do crescimento mais rápido da cana-de-açúcar no plantio.

O Fisiotivador deve ser utilizado em associação com os demais produtos.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.; SILVA, M.A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L.A.; SAMPAIO NETO, G.D. **Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas**. *Bragantia*, v.72, n.3, p.262-270, 2013.

Adam, M.; Heuer, H.; Hallmann, J.; Bacterial antagonists of fungal pathogens also control root-knot nematodes by induced systemic resistance of tomato plants. **PloS one**. v. 9, n. 2, p. e90402, 2014.

ALCARDE, J. C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 737-768.

ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 2, p.456-462, 2008.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. A. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.34, n.9, p.1633-1643, 1999.

AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, v. 23, p. 241-248, 1993.

BATISTA, E. L. D. S.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A.; LYRA, G. B.; SILVA, T. G.; BOEHRINGER, D. Modelagem do crescimento de cultivares de cana-de-açúcar no período de formação da cultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1080-1087, 2013.

BEAUCLAIR, E.G.F.; GULLO, M.J.M.; TOMAZ, H.V.Q.; SCARPARI, M.S.; OTAVIANO, J.A. **Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura da cana-de-açúcar**. STAB, Piracicaba, v. 28, p. 42-45, 2010.

BRUNINI, R. G. **Índice de estresse hídrico na cultura de cana-de-açúcar, em superfícies irrigadas sobre diferentes exposições e declividades**. 2016. 60p. (Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2016.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ. n. 58, p. 46, 2015.

CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; ALMEIDA, A. C. D. S.; LYRA, G. B.; LYRA, G. B.; TEODORO, I. et al. Sugarcane productivity simulation under different planting times by DSSAT/CANEGRO model in Alagoas, Brazil. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 30, n. 3, p. 190-198, 2018.

CURY, T.N. **Biomassa radicular da cultura cana-de-açúcar em sistema convencional e plantio direto com e sem calcário.** Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico. Campinas. 110p. 2013.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Ceres**, v. 57, n. 2, 2015.

GALDIANO, L.C. **Qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra.** Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. Jaboticabal. 45p. 2008.

HASHEM, A.; TABASSUM, B.; ABD_ALLAH, E. F. *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. **Saudi Journal of Biological Sciences**. n. 26, p. 1291-1297, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal.** Culturas temporárias e permanentes. Produção Agrícola Municipal, 2021.
IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Perfil do seu município: Canguaretama.** v. 10, p. 1-23. Natal, 2008.

LOPES, R. B. A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa, 2009. p.15-28.
MARAFON, A. C. **Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 29p. 2012.

MATOS, M.; SANTOS, F.; EICHLER, P. Sugarcane world scenario. *In: Sugarcane biorefinery, technology and perspectives.* Academic Press, p. 1- 19, 2020.

MAZZUCHELLI, R. C. L. **Efeitos e formas de aplicação de *Bacillus subtilis* no controle de nematoides em cana-de-açúcar.** Tese (Mestrado em produção vegetal) Universidade do Oeste Paulista. Presidente Prudente, p.53. 2013.

MONTESDEOCA, I. E. E. D. **Evaluación del efecto bioestimulante del ácido fúlvico en el comportamiento agronómico del racimo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill), en invernadero.** Tese (Mestrado em Nutrição vegetal) - FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, Ambato – Equador. 70p. 2023.

MOORE, P.H.; PATERSON, A.H.; TEW, T. Sugarcane: The Crop, the Plant, and Domestication. *In: Sugarcane Physiology, Biochemistry, and Functional Biology.* John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2013.

MORAES. M. **O que são fertilizantes? Saiba a Importância para a Agricultura.** Agropós. 2020. Disponível em: <https://agropos.com.br/o-que-sao-fertilizantes/>. Acesso em: 16 maio 2023.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; RAMOS, L. A. PEREIRA, H. S.; KORNDORFER, G. H. **Aplicação foliar de fertilizantes no desenvolvimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar.** STAB, p. 192. 2016.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, A. R.; CLEMENTE, J. M.; SANTOS, T. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. **Crescimento vegetativo de variedades de cana-de-açúcar.** HUMANIDADES & TECNOLOGIA EM REVISTA (FINOM). vol.18. p 1-8. 2019.

OLIVEIRA, L. A. R.; MACHADO, C. A.; CARDOSO, M. N.; OLIVEIRA, A. C. A.; AMARAL, A. L.; RABBANI, A. R. C.; LEDO, A. S. **Genetic diversity of Saccharum complex using ISSR markers.** *Genetics and Molecular Research*, v. 16, n. 3, 2017.

QUINTANA, K. A. **Irrigação e fertirrigação por gotejamento para cana-de-açúcar na presença e ausência de boro.** 2010. 70p. (Tese Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal - São Paulo, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2023; Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

ROYO, J. **Adubação organo-mineral reduz aplicações de nutrientes em 40%.** São Paulo: Jornal Dia de Campo, 2010.

SANTOS, F. S.; FERNANDES, O. W.; CALDAS, C.; EICHLER, P. **Tecnologia de Produção Cana-de-Açúcar e Cachaça.** 1ª Ed. Porto Alegre: Editora UERGS, 2018. 418 p.

SCARPARI, M. S.; de BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e Botânica. *in*: DINARDOMIRANDA, L. L.; DE VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar.** 1. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 2, p.47-56. 2008.

SCHMIDT, R. E.; ERVIN, E. H.; ZHANG, X. **Questions and answers about biostimulants.** *Golf Course Management*, Lawrence, v.71, n.6, p.91-94, 2003.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. 415 p.

SEGATO, S.V, MATTIUZ, S.F.M, MOZAMBANI, A.E. Aspectos Fenológicos da Cana-de-Açúcar. *In*: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba, SP: Livroceres, 2006, p 19-36.

SILVA, C. H. **Produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de cultivo e idade de canavial.** Tese (mestrado em produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, p. 66. 2019.

SILVA, J. P. N; SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar.** Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 105 p. 2012.

SILVA, L. A.; OLIVEIRA, G. P. Tratamento de sementes com micronutrientes na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira Multidisciplinar-ReBraM**, v. 24, n. 2, p. 130-135, 2021.

SILVA-OLAYA, A.; PELLEGRINO, C.; CERRI, C. Comparação de métodos de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 7-16, 2017.

SINGH, R. B.; MAHENDERAKAR, M. D.; JUGRAN, A. K.; SINGH, R. K.; SRIVASTAVA, R. K. Assessing genetic diversity and population structure of sugarcane cultivars, progenitor species and genera using microsatellite (SSR) markers. **Gene**, v. 753, p.144800, 2020.

THOMAS, A. L. Desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar. In: **Desenvolvimento das plantas de batata, mandioca, fumo e cana-de-açúcar** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: UFRGS, p. 55-75. 2016.

ULISSES, E. A. **Respostas morfofisiológicas de genótipos de cana-de-açúcar e cana energia sob diferentes regimes hídricos na fase inicial de crescimento**. 2016. Tese (Mestrado em produção vegetal). Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo. 93p. 2016.