



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

CARLOS WANDERSON VITURINO MENDONÇA

**EFEITO DE BIOESTIMULADORES DE CRESCIMENTO E MÉTODOS DE
APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

AREIA

2024

CARLOS WANDERSON VITURINO MENDONÇA

**EFEITO DE BIOESTIMULADORES DE CRESCIMENTO E MÉTODOS DE
APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque.

AREIA

2024

**Catálogo na publicação Seção de
Catálogo e Classificação**

M539e Mendonça, Carlos Wanderson Viturino.

Efeito de bioestimuladores de crescimento e métodos de aplicação no desenvolvimento da cana-de-açúcar / Carlos Wanderson Viturino Mendonça. - Areia:UFPB/CCA, 2024.

28 f. : il.

Orientação: Manoel Bandeira de Albuquerque.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Saccharum spp. 3. Regulador de crescimento. 4. Eficiência de aplicação. I. Albuquerque, Manoel Bandeira de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

CARLOS WANDERSON VITURINO MENDONÇA

EFEITO DE BIOESTIMULADORES DE CRESCIMENTO E MÉTODOS DE APLICAÇÃO
NO DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada
ao curso de graduação em Agronomia da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

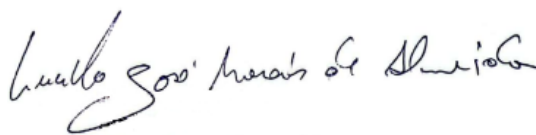
Aprovado em: 29/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

MANOEL BANDEIRA DE ALBUQUERQUE:02540236499
Assinado de forma digital por
MANOEL BANDEIRA DE
ALBUQUERQUE:02540236499
Dados: 2024.11.05 10:56:50 -03'00'

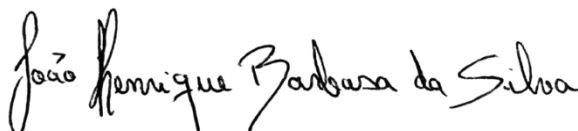
Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Msc. Lucilo José Morais de Almeida

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Msc. João Henrique Barbosa da Silva

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dedico esse trabalho aos meus pais, Dona Joselma Viturino de Brito e Seu Carlos Alberto Silva Mendonça que em meio as dificuldades nunca desistiram de mim e do meu sonho em concluir essa trajetória. A meus irmãos, Carlos Arthur, Matheus Messias e Kainan Antoni que fazem parte da minha história de vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial aos meus pais, Dona Joselma Viturino de Brito e Seu Carlos Alberto Silva Mendonça, pelo amor, carinho e apoio, não mediram esforços para que fosse possível eu chegar até aqui.

Ao meu orientador, Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque, por abraçar esse desafio junto comigo, auxiliando-me nessa etapa tão importante da graduação.

Aos amigos que fiz durante a graduação, especialmente aos do bloco C, Marcos André e Bruno Santana, que foram e são como irmãos para mim, sempre me estenderam às mãos todas as vezes que precisei. A minha amiga, Germana Pessoa de Pontes, por sempre lembrar de mim em meio às oportunidades acadêmicas e de trabalho que surgiam.

Ao GESUCRO pela oportunidade que me deram de fazer parte dessa família canavieira.

À Universidade da Federal da Paraíba, bem como, seus funcionários administrativos e terceirizados, ambos diretamente e indiretamente contribuem promovendo um bom ambiente de estudos para todos.

Meu muito obrigado.

“Pois, sabendo que o Senhor estava comigo,
criei coragem.”

Esdras 7:28

RESUMO

Os bioestimuladores de crescimento têm ganhado destaque na agricultura moderna, especialmente na cultura da cana-de-açúcar, devido à sua capacidade de promover o desenvolvimento vegetal e aumentar a produtividade. Esses compostos, que podem ser de origem microbiana ou natural, atuam em processos fisiológicos, melhorando a absorção de nutrientes e a resistência a estresses ambientais. A aplicação adequada de bioestimuladores, através de diferentes métodos, como fertirrigação ou pulverização foliar, pode potencializar os efeitos benéficos, resultando em cana-de-açúcar mais vigorosa e com melhores características qualitativas. Logo, objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito da aplicação de bioestimulantes e seus modos de aplicação no crescimento vegetativo da cana-de-açúcar. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente a Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, localizada no município de Areia, Paraíba, Brasil, utilizando a variedade de cana-de-açúcar RB041443. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas, onde foram aplicados dois produtos: um fertilizante mineral e um aditivo para compostagem, utilizando bombas costais manuais e automáticas. A aplicação foliar ocorreu 180 dias após o corte, com monitoramento contínuo do crescimento das plantas. Foram avaliados parâmetros de qualidade (teores de sólidos solúveis), de crescimento (altura de planta e diâmetro do colmo) e a produtividade (Tonelada de cana por hectare). Em comparação com os teores de sólidos solúveis dos tratamentos, o mesmo não houve diferença estatística, exceto pelo tratamento T2 que obteve menores valores de TSS. E se tratando de TCH, se observou variações significativas conforme os diferentes tratamentos aplicados principalmente se referindo ao T5 (aplicação de bioestimulantes a base de auxinas) que obteve maiores valores em comparação com os demais tratamentos. Não havendo variações significativas em altura de planta e diâmetro de colmos. Indicando influências dos bioestimulantes apenas em produção de biomassa (TCH).

Palavras-Chave: *Saccharum spp*; regulador de crescimento; eficiência de aplicação.

ABSTRACT

Growth biostimulants have gained prominence in modern agriculture, especially in sugarcane cultivation, due to their ability to promote plant development and increase productivity. These compounds, which can be of microbial or natural origin, act on physiological processes, improving nutrient absorption and resistance to environmental stresses. The appropriate application of biostimulants, through different methods, such as fertigation or foliar spraying, can enhance the beneficial effects, resulting in more vigorous sugarcane with better qualitative characteristics. Therefore, the objective of this study was to study the effect of the application of biostimulants and their application methods on the vegetative growth of sugarcane. The experiment was carried out at the Chã de Jardim Experimental Farm, belonging to the Federal University of Paraíba, Center for Agricultural Sciences, located in the municipality of Areia, Paraíba, Brazil, using the sugarcane variety RB041443. The experimental design consisted of randomized blocks with six treatments and four replicates, totaling 24 plots, where two products were applied: a mineral fertilizer and an additive for composting, using manual and automatic backpack pumps. Foliar application occurred 180 days after cutting, with continuous monitoring of plant growth. Quality parameters (soluble solids content), growth (plant height and stem diameter) and productivity (tons of sugarcane per hectare) were evaluated. In comparison with the soluble solids content of the treatments, there was no statistical difference, except for treatment T2, which obtained lower TSS values. And in the case of TCH, significant variations were observed according to the different treatments applied, mainly referring to T5 (application of auxin-based biostimulants), which obtained higher values compared to the other treatments. There were no significant variations in plant height and stem diameter. Indicating influences of biostimulants only on biomass production (TCH).

Keywords: *Saccharum spp*; growth regulator; application efficiency.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos adotados no experimento.	17
Tabela 2. Avaliação do crescimento e produtividade de cana-de-açúcar submetida a diferentes métodos de aplicação com diferentes produtos (A e B).	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Mecanismos de ação dos bioestimulantes no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar.....	11
2.2 Impacto das diferentes formas de aplicação de bioestimulantes na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar.....	13
2.3 Interação dos Bioestimulantes com Fatores Ambientais e de Manejo Agronômico na Cana-de-Açúcar.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização da área de estudo.....	15
3.2 Delineamento experimental.....	15
3.3 Instalação e práticas em campo	16
3.4 Análise estatística	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, pertencente ao gênero *Saccharum* e à família Gramineae, é uma cultura que se adapta bem a climas com duas estações distintas: uma quente e úmida, que favorece o crescimento vegetativo, e outra fria e seca, que facilita a maturação e o acúmulo de sacarose no caule (Silva *et al.*, 2021). Embora o cultivo da cana-de-açúcar tenha origens na antiguidade, sua disseminação mundial ocorreu com a migração humana. No Brasil, essa cultura foi introduzida em meados de 1520 (pós chegada dos colonizadores portugueses) e, com base na grande importância do açúcar a nível internacional, observou-se uma forte produção no país, especialmente por apresentar condições de solo e clima favoráveis ao desenvolvimento (Cesnik, 2007). Dessa forma, desde o século XVI, a cana-de-açúcar tornou-se um dos principais cultivos nacionais.

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo um país líder no tocante à exportação de etanol (Raízen, 2021), apresentando uma área plantada superior a sete milhões de hectares, gerando mais de 480 milhões de toneladas. Na primeira projeção para a safra 2023/24, espera-se um aumento na produção de cana-de-açúcar em comparação com a safra anterior. A previsão é de um crescimento de 4,4%, totalizando 637,1 milhões de toneladas. No Nordeste, estima-se a produção de 55,7 milhões de toneladas, apesar do aumento da área cultivada e da colheita de cana bisada não realizada na última safra. A expectativa é de que a produtividade se mantenha estável em relação à safra passada (Conab, 2024). A utilização de subprodutos e resíduos também é relevante, incluindo co-geração de energia elétrica, fabricação de ração animal e produção de fertilizantes, além de serem empregados na produção de açúcar e álcool (Embrapa, 2022).

Uma das variedades de cana-de-açúcar utilizada no Nordeste do país e de forma notória no estado da Paraíba, é a variedade RB041443, visto apresentar boa resposta em alta produtividade agrícola, boa adaptabilidade e estabilidade, baixo florescimento e resistência às ferrugens marrom e alaranjada. Outros atributos incluem perfilhamento médio, despalha média e colmo de cor roxa sob a palha, com abundante cera no entrenó quando exposto ao sol (Oliveira *et al.*, 2021). No entanto, o desenvolvimento das plantas é influenciado por fatores bióticos e abióticos, que afetam a germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação (Santos *et al.*, 2017).

Assim sendo, é importante a utilização de práticas que ajudem no melhor desempenho da cultura, como é o caso da utilização exógena de hormônios vegetais, os quais desempenham um papel crucial na regulação da produtividade das culturas (Simon *et al.*, 2021). Os

bioestimulantes, com composição, concentração e proporção adequadas, promovem o crescimento e o desenvolvimento vegetal, sendo ferramentas essenciais para manter a fisiologia das plantas, especialmente sob condições adversas como seca, geada, doenças e pragas (Rodrigues, 2022).

Os bioestimulantes são compostos principalmente de macro e micronutrientes, aminoácidos, sais minerais e vitaminas, combinados com biorreguladores. Em certas situações, podem conter hormônios que equilibram o sistema hormonal das plantas, potencializando sua capacidade genética e estimulando o crescimento e desenvolvimento vegetal por meio da divisão celular (Taiz e Zeiger, 2017; Bulgari *et al.*, 2018).

Algumas formas de aplicação de insumos agrícolas, são utilizadas com pulverizadores costais, estes podendo ser por meio de bomba costal manual ou bomba costal automática. Os pulverizadores costais manuais e motorizados são utilizados de forma comum na agricultura por ser uma forma mais barata e de fácil aplicação nas diversas condições de relevo e culturas (Embrapa, 2001). A aplicação de bioestimulantes via foliar na cana-de-açúcar proporciona um efeito mais rápido na fotossíntese e crescimento vegetativo, enquanto que se tratando de aplicação radicular acarreta em efeitos mais duradouros, principalmente em solos deficientes de nutrientes (Medina *et al.*, 2002).

Dessa forma, considerando a importância econômica e social da cana-de-açúcar para a Paraíba, assim como, a eficiência dos bioestimulantes em suas diferentes formas de aplicações, é importante estudos que visem melhorar as condições de produtividade desse setor e a otimizem. Assim, levantou-se a hipótese de que, A aplicação de bioestimulantes via foliar, aumenta o crescimento vegetativo da cana-de-açúcar, em especial na variedade RB04144, em comparação com plantas que não se submetam a esses insumos. Logo, objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito da aplicação de bioestimulantes e seus modos de aplicação no crescimento vegetativo da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mecanismos de ação dos bioestimulantes no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar

Os bioestimulantes são produtos formulados para estimular os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, melhorando o desenvolvimento e a produtividade agrícola. Esses compostos atuam principalmente em três áreas: regulação hormonal, melhoria da absorção de nutrientes e incremento da tolerância ao estresse (Silva, 2019). Os bioestimulantes, como

aminoácidos e extratos de algas, influenciam diretamente a divisão e o alongamento celular, promovendo um maior crescimento vegetativo. Além disso, esses produtos potencializam a fotossíntese e a translocação de fotoassimilados, favorecendo a formação de raízes e brotações vigorosas (Backer *et al.*, 2018).

O uso de bioestimulantes também tem sido associado ao aumento da eficiência no uso da água pelas plantas. Em condições de estresse hídrico, os bioestimulantes auxiliam na manutenção da turgidez celular, o que permite a continuidade das atividades fisiológicas essenciais. Essa característica é especialmente relevante para a cana-de-açúcar, uma cultura altamente dependente de água para seu desenvolvimento. A aplicação de bioestimulantes pode reduzir os efeitos negativos do déficit hídrico, aumentando a tolerância da planta a condições adversas (Miguel *et al.*, 2009).

Outro mecanismo de ação dos bioestimulantes envolve a ativação das vias metabólicas associadas à resistência a patógenos e ao estresse ambiental. A aplicação de bioestimulantes em cana-de-açúcar contribui para a síntese de compostos de defesa, que aumentam a resistência da planta a doenças fúngicas e bacterianas (Reis *et al.*, 2008). Além disso, a indução de resistência sistêmica é uma resposta comum, promovida pela presença de substâncias como ácido salicílico e aminoácidos (Backer *et al.*, 2018).

Em estudos anteriores conduzidos por Raposo *et al.* (2013). A aplicação de bioestimulantes e micronutrientes com fertilizantes foliares pode aumentar a produção de açúcar em 17% (Raposo *et al.*, 2013). A aplicação foliar ou no solo de bioestimulantes tem sido adotada para diversas culturas para melhorar a fisiologia e o metabolismo das plantas (Mariani E Ferrante, 2017), inclusive na agricultura orgânica (Mógor *et al.*, 2008).

Os resultados variam conforme o tipo e a composição dos bioestimulantes utilizados, bem como as condições ambientais e de manejo. Bioestimulantes à base de extratos de algas, ricos em fitohormônios naturais, são eficazes em promover o crescimento vegetativo e a recuperação de plantas submetidas ao estresse (Ma *et al.*, 2022). O uso combinado de bioestimulantes e fertilizantes pode potencializar os efeitos benéficos, aumentando a produtividade e a qualidade do produto final (Souza *et al.*, 2020).

Por fim, estudos adicionais são necessários para compreender melhor a interação dos bioestimulantes com os diferentes estádios fenológicos da cana-de-açúcar. A variabilidade na resposta da cultura à aplicação de bioestimulantes requer a definição de doses e modos de aplicação específicos para cada situação. Nesse sentido, a pesquisa contínua e o desenvolvimento de tecnologias adaptadas às necessidades regionais são essenciais para

maximizar os benefícios do uso de bioestimulantes na canavieira brasileira (Sible *et al.*, 2021).

2.2 Impacto das diferentes formas de aplicação de bioestimulantes na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar

As diferentes formas de aplicação de bioestimulantes podem impactar diretamente a eficiência do produto e os resultados na cultura. A aplicação foliar, radicular e no sulco de plantio possui diferentes vantagens e limitações. A aplicação foliar de bioestimulantes em cana-de-açúcar é eficaz para promover um rápido efeito na fotossíntese e no crescimento vegetativo, enquanto a aplicação radicular pode ter efeitos mais duradouros, especialmente em solos pobres em nutrientes (Medina *et al.*, 2002). Esse efeito mais rápido ocorre porque permite que os compostos bioativos (como aminoácidos, hormônios vegetais e nutrientes), sejam rapidamente absorvidos pelas folhas e direcionados diretamente aos processos fotossintéticos e ao metabolismo das células (Nicchio *et al.*, 2020).

A aplicação no sulco de plantio tem se mostrado eficiente para promover um desenvolvimento inicial vigoroso das plântulas. Essa prática facilita a absorção direta dos bioestimulantes pelas raízes, o que melhora a uniformidade do estande e a resistência inicial das plantas. No entanto, essa forma de aplicação exige um manejo mais cuidadoso, pois doses inadequadas podem resultar em fitotoxidez (Simão *et al.*, 2019).

Por outro lado, a aplicação foliar, por ser mais prática e rápida, permite ajustes mais frequentes conforme as necessidades nutricionais e ambientais. Em condições de estresse, como seca e ataque de pragas, a aplicação foliar de bioestimulantes pode atuar como um tratamento de choque, ajudando na recuperação das plantas (Lopes *et al.*, 2020). Além disso, a aplicação foliar facilita a combinação com defensivos agrícolas, otimizando o uso de recursos e reduzindo custos operacionais (Santos *et al.*, 2020).

O uso de bioestimulantes via fertirrigação também tem mostrado resultados promissores. Essa técnica permite a distribuição homogênea dos bioestimulantes na zona radicular, promovendo uma absorção mais eficiente dos nutrientes. A fertirrigação com bioestimulantes pode aumentar a produtividade da cana-de-açúcar em até 20%, dependendo das condições climáticas e do manejo adotado (Silva *et al.*, 2011). Esse método é especialmente recomendado para regiões com escassez de água, pois maximiza o uso dos recursos hídricos disponíveis (Melo, 2002).

A escolha da forma de aplicação deve ser baseada nas características do solo, do clima e da variedade de cana cultivada. Recomenda-se a realização de testes preliminares para

identificar a melhor estratégia para cada situação como, análise de solo para obter a quantidade de nutrientes disponíveis, e variedades que respondem melhor ao estímulo. A aplicação correta dos bioestimulantes, aliada a um manejo agrônomo adequado, pode resultar em ganhos significativos na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, contribuindo para a sustentabilidade e competitividade do setor sucroenergético brasileiro (Silva *et al.*, 2010).

2.3 Interação dos Bioestimulantes com Fatores Ambientais e de Manejo Agrônomo na Cana-de-Açúcar

A interação dos bioestimulantes com fatores ambientais, como temperatura, umidade e radiação solar, é um aspecto crítico para o sucesso do manejo na cana-de-açúcar. A eficácia dos bioestimulantes pode ser amplamente influenciada por essas condições, sendo necessário ajustar a aplicação conforme as variações sazonais (Moraes *et al.*, 2017). Em regiões com altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica, por exemplo, o uso de bioestimulantes específicos pode ajudar a mitigar os efeitos negativos do estresse térmico e hídrico na cultura (Oliveira *et al.*, 2013).

Outro fator importante é a interação com o manejo agrônomo, incluindo práticas como adubação, controle de pragas e irrigação. O uso de bioestimulantes em conjunto com práticas de manejo integrado pode potencializar os efeitos desejados, aumentando a eficiência na absorção de nutrientes e reduzindo a necessidade de insumos químicos (Santos, *et al.*, 2013). O ajuste da dose e do momento de aplicação dos bioestimulantes em função do manejo adotado é essencial para garantir o retorno econômico do investimento (Souza *et al.*, 2020).

O tipo de solo também desempenha um papel fundamental na resposta aos bioestimulantes. Solos com baixa fertilidade ou em condições de acidez elevada podem exigir doses maiores ou a aplicação de condicionadores de solo em conjunto com os bioestimulantes (Navarini, 2010). A calagem e a gessagem, quando associadas ao uso de bioestimulantes, podem melhorar a disponibilidade de nutrientes e promover um ambiente mais favorável ao crescimento radicular, resultando em um maior desenvolvimento vegetativo e produtivo (Pereira *et al.*, 2020).

Além disso, o efeito dos bioestimulantes pode ser influenciado pela escolha da variedade de cana-de-açúcar cultivada. Algumas variedades são mais responsivas a esses produtos, apresentando maior incremento de produtividade e resistência a estresses. Dessa forma, a seleção varietal deve considerar a interação com os bioestimulantes, buscando maximizar

eficiência e a rentabilidade do cultivo (Costa, 2010). A escolha da variedade certa pode aumentar significativamente o retorno sobre o investimento em bioestimulantes (Silva, 2019).

Finalmente, a implementação de estratégias de monitoramento e avaliação contínua dos resultados é crucial para o sucesso do uso de bioestimulantes. O acompanhamento do desenvolvimento das plantas e a análise de parâmetros como crescimento, teor de clorofila e biomassa são importantes para ajustar o manejo ao longo do ciclo da cultura (Marafon, 2012). Esse monitoramento permite identificar possíveis deficiências ou excessos na aplicação, otimizando os resultados e contribuindo para a sustentabilidade e a competitividade da produção de cana-de-açúcar no Brasil (Melcher et al., 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente a Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, localizada no município de Areia, Paraíba, Brasil, entre junho de 2023 a junho de 2024. A área se encontra em uma região de clima tropical de altitude, com temperatura média anual de 22,5°C e pluviosidade em torno de 1.300 mm, distribuída de maneira irregular ao longo do ano, concentrando-se principalmente entre os meses de abril e agosto. A vegetação predominante é composta por remanescentes de Mata Atlântica, característica da Zona da Mata paraibana. O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo distrófico, com boa capacidade de drenagem e fertilidade natural média, típico de ambientes agrícolas da região.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a RB041443, conhecida por seu rápido crescimento, intensidade de perfilhamento médio, alta produtividade agrícola e elevado teor de sacarose. A RB041443 também é notável por sua adaptabilidade a diferentes condições de cultivo, sendo a terceira variedade mais plantada e colhida na safra 22/23 em Pernambuco, de acordo com o Censo Varietal da RIDESA-PE (Simões Neto, 2023).

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido utilizando um delineamento de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela consistiu em quatro linhas de cana-de-açúcar, sendo as duas centrais avaliadas, espaçadas em 1,5 m, com área útil destinada às avaliações de crescimento e produtividade. Os tratamentos envolveram a aplicação de dois produtos: o Produto A, um fertilizante mineral

misto com 12% de K₂O e 14% de Mo, desenvolvido para atuar como fisioativador que segundo Ortiz *et al* (2024), são produtos que estimulam o crescimento das plantas e aumentam sua resistência a estresses. Contendo hormônios como citocininas e auxinas, esses produtos melhoram o vigor vegetativo e o crescimento das plantas. Além de macro e micronutrientes, os fisioativadores podem incluir minerais, aminoácidos e extratos vegetais, todos contribuindo para processos metabólicos e nutricionais essenciais (Ortiz *et al.*, 2024).

O Produto B, é um aditivo para compostagem, formulado com 20% de Zn, 6% de Mn, 3% de B, 1% de Cu e 0,5% de Mo, além de conter enzimas e bactérias específicas como, *Bacillus circulans*, *Bacillus aryabhattai* e *Bacillus haynesii* que visam estimular a atividade biológica do solo, promover a decomposição da matéria orgânica e a liberação gradual de nutrientes (Biotrop, 2023). Os produtos foram combinados com diferentes métodos de aplicação foliar: uma bomba costal manual e uma bomba costal automática, com o objetivo de avaliar a eficiência de cada método na distribuição uniforme dos insumos e na absorção pelos cultivos. A escolha desses métodos de aplicação considerou aspectos operacionais, como a facilidade de manuseio e o potencial de cobertura das áreas foliares e do solo.

3.3 Instalação e práticas em campo

A aplicação foliar foi realizada aos 180 dias após o corte da cana-de-açúcar, sendo o corte feito em junho, com isso, e sabendo que de acordo com Vtti e Mazza (2002), a aplicação foliar na cana deve ser realizada entre novembro e fevereiro. Neste momento do calendário agrícola, temos um restabelecimento hídrico e com isso uma alta atividade fisiológica (fotossíntese) na planta, aumento assim a eficiência de absorção e assimilação dos nutrientes.

A aplicação foi realizada utilizando bombas costais manual e automática, conforme as orientações das empresas fornecedoras. As pulverizações iniciaram-se a partir das 5 horas da manhã, pois, segundo Nachtigall e Nava (2008), as pulverizações foliares devem ser evitadas quando a temperatura supera os 25°C, pois ocorre rápida evaporação da solução nutritiva, diminuindo o tempo de contato com a folha, aumentando os riscos de fitotoxicidade. Umidades relativas altas favorecem a nutrição foliar aumentando o tempo de permanência da solução sobre as folhas e mantem os espaços intercelulares com mais água. Por isso, as aplicações foliares devem ser realizadas preferencialmente nas primeiras horas da manhã, ou no final da tarde e à noite.

Assim, buscando maximizar a eficiência da aplicação. Durante todo o experimento, o desenvolvimento vegetativo da cana foi monitorado, com medições periódicas da altura, número de colmos e biomassa. O manejo de plantas daninhas foi implementado conforme

necessário, visando evitar competição significativa por recursos hídricos e nutrientes. Os tratamentos consistiram em verificar o produto A e B, submetendo-os a diferentes métodos de aplicação, conforme Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos adotados no experimento.

Tratamento	Teste	Dose do Produto (mL/ha)
T1	Bomba costal automática com água	300
T2	Bomba costal manual com água	300
T3	Bomba costal automática com produto A	300
T4	Bomba costal manual com produto A	300
T5	Bomba costal automática com produto B	300
T6	Bomba costal manual com produto B	300

As avaliações dos parâmetros vegetativos e fisiológicos da cana-de-açúcar foram iniciadas 120 dias após a aplicação dos produtos, e ao longo do experimento foram realizadas mais duas avaliações, sendo a primeira três meses após a inicial e a última na colheita. Durante essas análises, foram medidos diversos parâmetros relevantes para a caracterização do desenvolvimento da cultura. Entre os parâmetros avaliados, destaca-se o teor de sólidos solúveis do ápice (TSSa) e da base (TSSb), através de um refratômetro de campo, além do teor médio de sólidos solúveis (TSSm), que são indicadores importantes da qualidade do açúcar produzido (CONSECANA., 2006).

Adicionalmente, foram considerados a tonelada de cana por hectare (TCH), obtido através da equação $TCH = (P10C/10) \times NCM \times (10/E)$ em que: NCM é o número de colmos por metro; e E é o espaçamento (1,5m). Onde reflete a produtividade da lavoura, e a altura da planta (AP), medida com auxílio de uma trena. Parâmetro que fornece informações sobre o crescimento vertical da cana. O diâmetro do colmo (DC) também foi avaliado, por meio de um paquímetro, pois é um parâmetro que pode indicar a robustez da planta e sua capacidade de suportar a produção (Marafon, 2012).

3.4 Análise estatística

Os parâmetros analisados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA). Em seguida, um teste de comparação de médias foi realizado, adotando um nível de probabilidade

de 5% de significância através do teste T de Tukey. O software utilizado para obter os dados estatísticos foi o Statistik7.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, não houve diferença estatística entre os tratamentos para o teor de sólidos solúveis no ápice (TSSa), na base (TSSb) e no teor médio (TSSm) da cana-de-açúcar, exceto para o tratamento T2 (Bomba costal manual com água), que apresentou os menores valores para essas variáveis (Tabela 2).

Os tratamentos T1, T3, T4 e T5, embora a base de bioestimulantes e aplicações distintas, apresentaram médias semelhantes de TSS. Apesar de estudos anteriores demonstrarem que as auxinas não apenas favorecem o crescimento, mas também potencializam a acumulação de compostos solúveis na planta (Matoso *et al.*, 2019; Caputo *et al.*, 2018). Os resultados indicaram que mesmos com os bioestimulantes exercendo influência na produtividade da planta, como no T5, no que se refere a TSS não houve variações significativas entre os tratamentos, exceto pelo T2 (com água), que obteve menores valores.

Tabela 2. Avaliação do crescimento e produtividade de cana-de-açúcar submetida a diferentes métodos de aplicação com diferentes produtos (A e B).

Tratamentos N= 30	TSSa	TSSb	TSSm	TCH	AP	DC
	°Brix			ton/ha	m	cm
T1	16,5a	17,5a	16,8a	38,8 b	3,23a	2,17 b
T2	13,8b	15,3b	14,5b	41,9 b	3,02 a	2,00 b
T3	16,8a	16,5a	16,8a	44,9 ab	3,11 a	2,12 b
T4	17,3a	16,8a	17,0a	47,6 ab	2,84 a	2,22 ab
T5	17,3a	16,8a	17,0a	59,6 a	3,02 a	2,03 b
T6	16,8a	17,0a	16,9a	44,3 ab	3,05 a	2,01 b

TSSa: teor de sólidos solúveis do ápice; TSSb: teor de sólidos solúveis da base; TSSm: teor de sólidos solúveis médio do ápice e base; TCH: tonelada de cana por hectare; AP: altura de planta; DC: diâmetro do colmo; T1- Bomba costal automática com água; T2- Bomba costal manual com água; T3-Bomba costal automática com produto A; T4-Bomba costal manual com produto A; T5- Bomba costal automática com produto B; T6-Bomba costal manual com produto B. Produto A – regulador de crescimento – *Bacillus sp.*; Produto B – regulador de crescimento – auxinas. Médias com diferentes letras na mesma coluna se diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade pelo teste t de Tukey. N= número de amostras para avaliação.

Quanto a produtividade da cana-de-açúcar, medida em toneladas de cana por hectare (TCH), se observou variações significativas conforme os diferentes tratamentos aplicados. O tratamento T5, utilizando a bomba costal automática e o produto B (auxinas), alcançou uma produtividade de 59,6 ton/ha, um resultado consideravelmente superior ao dos outros

tratamentos, especialmente quando comparado ao T1 e T2, que não utilizaram reguladores de crescimento e apresentaram as menores taxas de produtividade (Tabela 2). Esse dado reforça a importância da aplicação de reguladores de crescimento como parte da estratégia de manejo para maximizar a produtividade agrícola da cana-de-açúcar (Aude, 1993; Tosian et al., 2020).

Mesmo com o tratamento T5 ter demonstrado média de TCH superior aos demais tratamentos, se encontra abaixo da produtividade média da Paraíba que segundo a CONABE (2024) é de 60,53 ton /há, registrado na safra 2023 /2024. Fato que pode ter ocorrido por faixa de temperatura abaixo de 25°C e 35°C e baixa intensidade luminosa que são fatores que influencia de forma negativa na produtividade da cana-de-açúcar (Manhães et al., 2015).

Em relação à altura das plantas (AP), as avaliações mostraram que não houve variações significativas entre os tratamentos, indicando que, apesar das diferenças notáveis na produtividade, a aplicação dos produtos A e B não exerceu um impacto perceptível na altura da cana. Os valores médios de altura mantiveram-se em uma faixa estreita, variando entre 2,84 m no tratamento T4 e 3,23 m no tratamento T1 (Tabela 2).

Essa uniformidade sugere que, embora os reguladores de crescimento possam influenciar outros parâmetros fisiológicos da planta, como o acúmulo de sólidos solúveis e a produção de biomassa, sua influência no crescimento vertical da cana-de-açúcar não foi tão pronunciada. Pesquisas anteriores indicam que o efeito dos reguladores de crescimento pode ser mais evidente em características fisiológicas relacionadas ao desenvolvimento e à qualidade do produto final, em vez de simplesmente influenciar a altura da planta (Civiero et al., 2016; Malsher et al., 2019).

Para a variável diâmetro do colmo (DC), não se observou diferença estatística entre os tratamentos, contudo, ao utilizar o T4 (bomba costal manual com o produto A - *Bacillus* sp.), foi possível constatar um maior valor de DC (2,22 cm) (Tabela 2). Esses resultados sugerem que o regulador de crescimento à base de *Bacillus* sp. pode ter um efeito positivo na robustez do colmo da planta. Esse aumento no diâmetro é um indicativo importante, pois colmos mais robustos tendem a suportar melhor o peso da planta e têm maior resistência a condições ambientais adversas, como ventos fortes e eventos climáticos extremos (Silva et al., 2009; Meschede et al., 2010).

A eficiência dos métodos de aplicação também foi avaliada. Os tratamentos que utilizaram a bomba costal automática (T1, T3, T5) geralmente resultaram em maior uniformidade no teor de sólidos solúveis ao longo da planta e, em alguns casos, maior produtividade em comparação com a bomba costal manual (Rodrigues et al., 2009). Essa uniformidade pode ser atribuída à aplicação mais controlada e homogênea dos produtos, que

garante uma distribuição consistente dos reguladores de crescimento ao longo das plantas. A bomba costal manual, por outro lado, pode ter apresentado variações na aplicação, influenciando os resultados de forma menos previsível. Essa diferença de eficiência sugere que a escolha do método de aplicação pode ser tão crucial quanto o próprio produto utilizado, sendo necessário um planejamento cuidadoso para otimizar os resultados do manejo (Sasaki, 2013).

O tratamento T3, que utilizou a bomba costal automática com o produto A, também apresentou resultados positivos de TCH, embora inferiores ao T5. O TCH alcançado por este tratamento foi de 44,9 ton/ha, mostrando uma boa resposta ao regulador *Bacillus* sp. Entretanto, a performance foi inferior ao T5 (59,6 ton/ha), o que sugere que, embora ambos os produtos sejam eficazes, as auxinas podem oferecer uma vantagem adicional em termos de incremento de produtividade (Silva *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2013; Moraes *et al.*, 2023).

5 CONCLUSÃO

O tratamento T2 (Bomba costal manual com água) não influenciou o teor de sólidos solúveis do ápice, da base e do teor médio quando comparado aos demais tratamentos.

O tratamento T5 (Bomba costal automática com produto B) favoreceu a maiores ganhos em tonelada de cana por hectare.

A técnica de aplicação influencia diretamente as variáveis de crescimento, qualidade e produtividade da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. T.; OLIVEIRA, M. A. S.; ICUMA, I. M. **Técnicas de aplicação de inseticidas com pulverizadores costais e motorizados**. Embrapa, 2001. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/23061/1/rectec-51.pdf>>. Acesso em: 31 nov, 2024.
- ANGGRAENI, L. W.; PRATAMA, A. F.; PUTRI, P. H.; WAHYUDI. **Efeito da aplicação de bioestimulantes e sílica na produção de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.)**. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. **974** 012077, 2024. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/974/1/012077/pdf>>. Acesso em: 31 nov, 2024.
- AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, v. 23, n. 3, p. 241-248, 1993.
- BACKER, R.; ROKEM, J. S.; ILANGUMARAN, G.; LAMONT, J.; PRASLICKOVA, D.; RICCI, E.; SMITH, D. L. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1473, 2018.
- BIOTROP. Soluções em tecnologia biológica. **Biotrop lança Bioasis Power, o 1º ativador microbiológico de plantas, contra estresses hídricos e climáticos**, 2023. Disponível em: < <https://biotrop.com.br/biotrop-lanca-bioasis-power-primeiro-ativador-microbiologico-de-plantas-contra-estresses-hidricos-e-climaticos/#:~:text=Bioasis%20Power%20%C3%A9%20composto%20por,as%20plantas%3B%20e%20Bacillus%20haynesii%2C>>. Acesso em: 01 nov, 2024.
- BULGARI, R.; COCETTA, G.; TRIVELLINI, A.; VERNIERI, P.; FERRANTE, A. Biostimulants and crop responses: a review. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 31, n. 1, p. 1-17, 2018.
- CAPUTO, M. M.; GOMES, M. A.; MARTINS, A. B. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v. 67, p. 15-23, 2008.
- CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil**. Embrapa, 2007. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/15939/1/2007AP008.pdf>>. Acesso em: 31 nov, 2024.
- CIVIERO, J. C.; VIEIRA, A. F.; RIBEIRO, S. M. Crescimento inicial da cana-de-açúcar em função do tamanho do mini-rebolo e aplicação de bioestimulantes. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 55-63, 2016.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília, DF, v. 11, n. 1, abr. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de cana-de-açúcar**, 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 31 nov, 2024.

CONSECANA – Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar, álcool do Estado de São Paulo, 2006. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: CONSECANA, 112 p.

COSTA, N. L. **Bioestimulante como Fator de Produtividade da Cana-de-Açúcar**. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28562/1/ClicNews-2010-4.pdf>>. Acesso em: 29 nov, 2024.

DE MORAES, E. R.; DOS REIS, A. C.; SILVA, R. V. Melhoria das características tecnológicas da cana-de-açúcar com adição de adubação organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 8, p. 11956-11974, 2023.

EMBRAPA. **Cana: abertura**. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana>. Acesso em: 19 jun. 2023.

FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. D. **Aplicação de fungicidas na cultura da soja com pulverizador costal pressurizado e manual elétrico com bico rotativo para volume baixo**. Parte 1: Cobertura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 4., 2008. Anais... p. 102-114.

LOPES, L.; SILVA, J. A. B.; SIMÕES, W. L.; BARROS, E. S. C.; NASCIMENTO, F. M. F.; AMORIM, M. N. **Formas de aplicação de bioestimulante na produção da cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.14, nº.1, p. 3823 – 3834, 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1130143/1/FORMAS-DE-APLICACAO-DE-BIOESTIMULANTE-2020.pdf>>. Acesso em: 30 nov, 2024.

MA, Y.; FREITAS, H.; DIAS, M. C. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1024243, 2022.

MALCHER, D. J.; OLIVARES, F. L.; PEREIRA, W. **Distribuição e crescimento radicular de oito genótipos de cana-de-açúcar sob aplicação de bioestimulante**. In: CONGRESSO FLUMINENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2019. Anais... p. 301-310.

MANHÃES, C. M. C.; GARCIA, R. F.; FRANCELINO, F. M. A.; FRANCELINO, H. O.; COELHO, F. C. **Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar**. VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v.17, n.1, p. 163-181, jan./abr. 2015. Disponível em: <<https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20150011/3759>>. Acesso em: 30 nov, 2024.

MARAFON, A. C. **Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático**. Embrapa. Documento 168, 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/944871/1/doc-168-corrigido-2021.pdf>>. Acesso em: 29 nov, 2024.

MARAFON, Anderson Carlos. **Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático**. Embrapa. Documentos 168, 2012. 31p.

MARIANO, R. de L. R.; OLIVEIRA, J. E.; CAMPOS, J. L. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 1, p. 89-111, 2004.

MATOSO, E.; KALIL, A. N.; SANTOS, D. F. **Maturação e produtividade de cana-de-açúcar com o uso de bactérias diazotróficas**. In: SEMANA INTEGRADA UFPEL, 5.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 21., 2019, Pelotas. [Anais]... p. 1-4.

MEDINA, C. C.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, C. B.; TORRETI, A. F. Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação. **Seminários: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 2, p. 179-184, 2002.

MELO, N. F. **Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal**. In: I SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL, Anais... Petrolina, 2002. p. 37-54.

MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A.; BÁRBARO, I. M.; ESPERANCINI, M. S. T.; TICELLI, M.; COSTA, A. G. F. Viabilidade econômica na utilização de um regulador vegetal em cana-planta. **Informações Econômicas**, v. 39, n. 1, p. 0-0, 2009.

MORAES, E. R.; DA SILVA, R. V.; DE LIMA, B. V.; DE MENEZES, F. G.; FERREIRA, M.; DOS REIS, A. C.; LANA, R. M. Q. Cana-de-açúcar: bioestimulantes e organominerais de lodo de esgoto. **Colloquium Agrariae**, v.13, n. 2, p. 90-101 2017.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. **Adubação foliar: Fatos e mitos**. 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/858552/1/124352010p.8797.pdf>>. Acesso em: 01 nov, 2024.

NAVARINI, L. L. **Manejo do solo e utilização de bioestimulante no tratamento de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 2010. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/499/1/2010LucianoNavarini.pdf>>. Acesso em: 29 nov, 2024.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; LINO, A. C. M.; RAMOS, L. A.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. **Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar**. 2020. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23042/15999>>. Acesso em: 30 nov, 2024.

OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; DE OLIVEIRA, M. K.; SOUZA, A. A.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 465-471, 2013.

OLIVEIRA, R. A.; BARBOSA, G. V. S.; DAROS, E. **50 anos de Variedades RB de Cana-de-Açúcar: 30 anos de RIDESA**. UFPR, RIDESA: Curitiba, Brazil, p. 30-52, 2021.

ORTIZ, T. A.; SOUSA, S. G. H.; PONCE, F. S. **Fisioativadores: cresce o uso na agricultura sustentável**. 2024. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/fisioativadores-cresce-o-uso-na-agricultura-sustentavel/>>. Acesso em: 31 nov, 2024.

PEREIRA, I. A.; FERREIRA, M.; OLIVEIRA, B. K. S.; DE MENEZES, F. G.; PEIXOTO, J. V. M.; MAGESTE, J. G.; DE MORAES, E. R. *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 2265-2271, 2020.

RAÍZEN. **Cana-de-açúcar: tudo sobre sua importância e versatilidade**. Raízen, 2021. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/cana-de-acucar>. Acesso em: 20 jun. 2023.

REIS, M. R.; SILVA, A. A.; GUIMARÃES, A. A.; COSTA, M. D.; MASSENSINI, A. M.; FERREIRA, E. A. Ação de herbicidas sobre microrganismos solubilizadores de fosfato inorgânico em solo rizosférico de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, p. 333-341, 2008.

RODRIGUES, Matheus Theodoro Gonçalves. **Efeitos de bioestimulantes no crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.

SANTOS, A. B.; BRITO, S. L.; BARBOSA, D. D.; FERNANDES, P. D.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; LIMA, L. M. Desenvolvimento vegetativo e parâmetros fisiológicos em genótipos de amendoim com déficit hídrico e inoculados com *Bradyrhizobium*. **Anais... XII Encontro de Produção Científica da Embrapa Algodão – EPC**, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166339/1/Desenvolvimento-vegetativo-pdf>>. Acesso em: 31 nov, 2024.

SANTOS, G. A.; NICCHIO, B.; BORGES, M. A.; GUALBERTO, C. A. C.; PEREIRA, S. H.; KORNDÖRFER, G. H. Effect of biostimulants on tilling, yield and quality component of sugarcane. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29907-29918, 2020.

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, V. M. **Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *zea mays* L.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.3, p. 307-318, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104573/1/Uso-bioestimulante.pdf>>. Acesso em: 29 nov, 2024.

SASAKI, R. S.; TEXEIRA, M. M.; NOGUEIRA, L. E.; ALVARENGA, C. B.; OLIVEIRA, M. V. M. **Desempenho operacional de um pulverizador costal elétrico**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 3, p. 339-342, jul./set. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pat/a/4SNT3YMJDy4RGvYHkC6bjpG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29 nov, 2024.

SIBLE, C. N.; SEEBAUER, J. R.; BELOW, F. E. Plant biostimulants: A categorical review, their implications for row crop production, and relation to soil health indicators. **Agronomy**, v. 11, n. 7, p. 1297, 2021.

SILVA, D. L. G.; OLIVEIRA, J. D.; GOMES, L. R. Cana-de-açúcar: aspectos econômicos, sociais, ambientais, subprodutos e sustentabilidade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. 1-17, 2021.

SILVA, J. H. B. Uso de bioestimulantes na cana-de-açúcar para indução do número de entrenós. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2019.

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

SILVA, M. D. A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.

SILVA, M. D. A.; COSTA, A. G. F.; CATO, S. C. Efeito hormótico de glifosato no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 973-978, 2009.

SIMÃO, R. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; MACHADO, M. G. Interferência do hormônio giberelina no desenvolvimento inicial da cultura da cana-de-açúcar. **Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM)**, n. 13, v. 17, p. 17-23, 2019.

SIMON, M. V.; SHIMADA, B. S.; CUNHA, L. S.; RAMBO, K. L.; FINKEN, P. H. O sistema de plantio direto como fator do aumento da produtividade das culturas. **Anais...I Congresso Nacional de Ciências Agrárias**. V. 2n. 2021. Acesso em: 31 nov, 2024.

SOUZA, M. T.; FERREIRA, S. R.; MENEZES, F. G.; RIBEIRO, L. S.; SOUSA, I. M.; PEIXOTO, J. V. M.; MORAES, E. R. Altura de planta e diâmetro de colmo em cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1988-1994, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora, 2017. 858 p.

TORSIAN, W. S.; GARCIA, A. B.; ALMEIDA, L. S. Bioestimulantes no desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Magistra**, v. 31, p. 625-634, 2020.

VERRI, A. R.; PITELLI, R. A.; CASAGRANDE, A. A.; CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais no enraizamento e desenvolvimento de gemas de cana-de-açúcar tratadas termicamente. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 40, n. 1, p. 381-394, 1983.

Vitti, G.C., Mazza, J.A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 16p.