

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

RAUL ANTÔNIO DOS SANTOS PASSOS

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE
BIOESTIMULANTES, MICROORGANISMOS E NUTRIENTES**

**RIO LARGO – AL
2023**

RAUL ANTÔNIO DOS SANTOS PASSOS

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE
BIOESTIMULANTES, MICROORGANISMOS E NUTRIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes

**RIO LARGO – AL
2023**

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

P289c Passos, Raul Antônio dos Santos.

Crescimento e produtividade da cana-de-açúcar em função de bioestimulantes, microorganismos e nutrientes. / Raul Antônio dos Santos Passos. – 2023.

29f.: il.

Orientador(a): Reinaldo de Alencar Paes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. *Saccharum spp.* 2. Reguladores de Crescimento. 3. Fertilizante. I. Título.

CDU: 633.61:631.8

DEDICO.

Aos meus pais Milton Antônio Passos e Creusa Maria dos Santos Passos e minha Avó Suzana Correia dos Santos, por todo amor e dedicação e principalmente por sempre batalharem para que eu pudesse receber uma educação de qualidade e uma vida digna para nossa família.

A minha noiva Thaysa Oliveira pelo apoio incondicional e carinho em todas as fases dessa jornada.

Aos meus amigos por todo o incentivo e força e que de alguma forma contribuíram para a realização deste momento único em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder saúde e coragem para enfrentar os desafios diários da vida. Por estar sempre presente nos momentos difíceis, nos momentos bons, mas principalmente nas minhas orações e no meu coração.

À oportunidade de estudar na Universidade Federal de Alagoas amplamente respeitada e conceituada em nosso país.

Aos meus professores que durante todo o curso deram o seu melhor, transmitindo conhecimento de alto nível de forma transparente e justa.

A todos funcionários da universidade, que contribuíram para que esta etapa da minha vida se concretizasse.

Ao meu professor e orientador Dr. Reinaldo Paes, a quem agradeço o apoio e a confiança durante todo este período de ensinamentos e durante o processo de aprendizagem.

Agradeço à empresa PH Química agrícola e todos os seus funcionários, em especial ao gestor da empresa Claudemir Virginio pela oportunidade e confiança em mim depositados para encarar o desafio profissional de colaborar com os interesses da empresa.

Aos meus amigos do CECA e da vida que sempre estiveram presentes em todos os momentos dessa trajetória e que semelhante a mim também construíram uma jornada de sucesso na universidade.

Agradeço em especial aos meus amigos que posso chamar de irmãos Cleiton Andrade, Marcos César, Ayrton Lima, Jair Quintela e Vitor Almeida.

A todos que de alguma forma contribuíram de diversas formas possíveis para que eu pudesse progredir e chegar nesta última etapa da graduação.

Obrigado!

RESUMO

A importância da cultura da cana-de-açúcar na economia brasileira é inquestionável. Os produtores estão cada vez mais adotando novas tecnologias com a finalidade de tornar os canaviais mais eficientes, portanto, é de suma importância compreender os impactos de produtos como bioestimulantes, macro e micronutrientes, micro-organismos e inseticida no cultivo da cana-de-açúcar. Diante disto, objetivou-se avaliar a eficiência em condições de campo, de bioestimulantes, macro e micronutrientes, microorganismos e inseticida, sobre os parâmetros biométricos e produtividade da cana-de-açúcar da variedade RB92579. O experimento foi conduzido no período de 04/02/2022 à 05/01/2023 na Fazenda Sinimbu, localizada no município de São Miguel dos Campos, AL. Para a realização do experimento, utilizou-se um lote com 3 hectares e foi realizado o plantio da variedade RB92579. Foram aplicados três tratamentos diferentes: dois tratamentos comerciais (Bioestímulo e PH química) e um tratamento padrão já utilizado na propriedade. O campo experimental foi monitorado *in loco* desde o plantio até a colheita, com avaliações biométricas (número de perfilhos, altura das plantas e diâmetro dos colmos) e estimativa de produtividade realizadas em cada tratamento ao longo do ciclo da cultura. O tratamento Bioestímulo obteve a maior média do número de perfilhos por metro linear (11,07), seguido pelo tratamento PH química (10,67), ambos superaram o tratamento convencional. O diâmetro do colmo foi semelhante entre os tratamentos, no entanto, o tratamento convencional alcançou os maiores valores. As maiores alturas de plantas foram obtidas com o uso do tratamento PH química, seguido do tratamento Bioestímulo, com valores médios de 2,06 e 1,95 m. Os tratamentos Bioestímulo e PH química foram superiores ao tratamento convencional utilizado na propriedade. Quando se comparou o Bioestímulo com o tratamento convencional, verificou-se um acréscimo de 16,64%, representando um aumento de 12,34 toneladas por hectare. Na comparação entre PH química e convencional, o acréscimo na produtividade foi de 11,36%. É essencial conduzir pesquisas adicionais para obter uma maior quantidade de resultados em diversos anos de safra agrícola.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, Reguladores de Crescimento, Fertilizante.

ABSTRACT

The importance of sugarcane cultivation in the Brazilian economy is unquestionable. Producers are increasingly adopting new technologies in order to make sugarcane fields more efficient, therefore, it is of paramount importance to understand the impacts of products such as biostimulants, macro and micronutrients, microorganisms and insecticide on sugarcane cultivation. In view of this, the objective was to evaluate the efficiency under field conditions, of biostimulants, macro and micronutrients, microorganisms and insecticide, on the biometric parameters and productivity of sugarcane of the RB92579 variety. The experiment was conducted from 02/04/2022 to 01/05/2023 at Fazenda Sinimbu, located in the municipality of São Miguel dos Campos, AL. For the realization of the experiment, a plot with 3 hectares was used and the RB92579 variety was planted. Three different treatments were applied: two commercial treatments (Biostimulus and chemical PH) and a standard treatment already used on the property. The experimental field was monitored on site from planting to harvest, with biometric evaluations (number of tillers, plant height and stalk diameter) and yield estimation carried out in each treatment throughout the crop cycle. The Biostimulus treatment obtained the highest mean number of tillers per linear meter (11.07), followed by the PH chemical treatment (10.67), both of which outperformed the conventional treatment. Stalk diameter was similar between treatments, however, the conventional treatment achieved the highest values. The highest plant heights were obtained with the use of the chemical PH treatment, followed by the Biostimulus treatment, with average values of 2.06 and 1.95 m. The Biostimulus and chemical PH treatments were superior to the conventional treatment used on the property. When comparing the Biostimulus with the conventional treatment, there was an increase of 16.64%, representing an increase of 12.34 tons per hectare. In the comparison between chemical and conventional PH, the increase in productivity was 11.36%. It is essential to conduct additional research to obtain a greater number of results in different crop years.

Keywords: *Saccharum spp*, Growth Regulators, Fertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croqui do experimento localizado na Fazenda Sinimbu em São Miguel dos Campos-AL.....	17
Figura 2. Variabilidade mensal da precipitação pluvial na Fazenda Sinimbu em São Miguel dos Campos - AL.....	18
Figura 3. Comparação entre os tratamentos convencional e PH química sobre o perfilhamento da variedade RB92579 aos sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos – AL.....	20
Figura 4. Comparação entre os tratamentos convencional e bioestímulo sobre o perfilhamento da variedade RB92579 aos sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos – AL.....	21
Figura 5. TCH Final nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos materiais utilizados no experimento em cada tratamento.	18
Tabela 2. Análise do perfilhamento da variedade RB92579 sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu em São Miguel - AL.	20
Tabela 3. Diâmetro médio do colmo nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.....	22
Tabela - 4. Altura da planta nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Aspectos gerais da cana-de-açúcar	13
2.2 Importância econômica da cana-de-açúcar	14
2.3 Bioestimulantes.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Localização do experimento	17
3.2 Condução experimental.....	18
3.5 Variáveis analisadas.....	19
3.6 Análise estatística	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

Originária do Sudoeste da Ásia, a cana-de-açúcar é uma planta classificada botanicamente como pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Andropogoneae e gênero *Saccharum* L. (EMBRAPA, 2015). A cana-de-açúcar prospera especialmente em áreas de clima tropical, quente e úmido, onde a temperatura varia entre 19 e 32° C e as chuvas são bem distribuídas, acumulando mais de 1000 milímetros por ano. Os solos ideais para o seu crescimento são aqueles que são bem arejados e profundos, com boa capacidade de reter umidade e alta fertilidade (MARIN, 2022).

Na safra 2022/23, a produção de cana-de-açúcar atingiu a marca de 610,13 milhões de toneladas, com previsão de uma produção de 637,1 milhões de toneladas na safra 2023/24. A área destinada à colheita foi influenciada pela forte competição com culturas graníferas, totalizando 8.288,9 mil hectares. No entanto, é esperado um aumento na produtividade em 2,9%, impulsionado por condições climáticas mais favoráveis do que as observadas no ciclo anterior. O rendimento médio dos canaviais está previsto para ser de aproximadamente 73.609 kg/ha. No Nordeste, a produtividade média na safra 2022/23 foi de 64.313 kg/ha. O estado de Alagoas contou com uma produtividade média de 65.197 kg/ha na safra atual (CONAB, 2023).

Produtores de cana-de-açúcar frequentemente buscam reduzir seus custos para se manterem competitivos no setor. Uma tendência crescente entre esses produtores é a adoção de tecnologias, incluindo o uso de bioestimulantes, que contribuem para a diminuição do material propagativo, promovendo uma brotação mais eficiente (SILVA, 2018).

A maioria dos bioestimulantes é constituída por macro e micronutrientes, aminoácidos, sais minerais e vitaminas combinados com biorreguladores. Em determinados casos, eles também podem conter hormônios que influenciam o controle hormonal das plantas, promovendo o desempenho genético e sendo capazes de modificar e estimular o crescimento e desenvolvimento vegetal por meio da divisão celular (BULGARI et al., 2015; TAIZ; ZEIGER, 2017).

A cana-de-açúcar requer nutrientes essenciais diretamente envolvidos em seus processos metabólicos para completar seu ciclo de vida. Entre esses nutrientes, os micronutrientes são necessários em quantidades menores quando comparados aos macronutrientes (BORGES et al., 2020). Quando as plantas recebem um balanço nutricional adequado e equilibrado, isso resulta em um crescimento e desenvolvimento mais robustos. Em resposta, as plantas fortalecem sua

estrutura de tecidos, tornam-se mais resistentes a estresses ambientais, reduzem a ocorrência de doenças causadas por patógenos e aumentam sua capacidade de defesa contra herbívoros, incluindo insetos que se alimentam delas.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência em condições de campo, de bioestimulantes, macro e micronutrientes e micro-organismos sobre os parâmetros biométricos e produtividade da cana-de-açúcar da variedade RB92579.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), originária do sudeste asiático, encontrou no Brasil condições favoráveis para seu pleno desenvolvimento. Introduzida no século XVI, substituiu o extrativismo do pau-brasil pelos engenhos de açúcar (NOBILE et al., 2017). Esta planta semiperene pertencente à família *Poaceae* e ao grupo das monocotiledôneas, possui um metabolismo C4 que forma compostos orgânicos estáveis de quatro carbonos. A cana-de-açúcar é bem adaptada a altas temperaturas, luminosidade e escassez hídrica (LACERDA et al., 2019).

A cana-de-açúcar é um cultivo adaptado a regiões tropicais e subtropicais em uma faixa de latitude que vai de 35° N a 30° S, com altitudes de até 1000 metros acima do nível do mar. Suas temperaturas ideais para desenvolvimento variam entre 25 °C e 35 °C. O crescimento da cana-de-açúcar requer condições climáticas bem distintas: uma estação quente e úmida para o desenvolvimento vegetativo e outra fria e seca para a maturação e acúmulo de sacarose em toda a planta (SILVA et al., 2021).

Embora a cana-de-açúcar se reproduza naturalmente por meio de reprodução sexuada, seu cultivo comercial é realizado através de multiplicação assexuada usando toletes por meio de propagação vegetativa. Seu crescimento ocorre principalmente através de perfilhos, que formam touceiras (CAIEIRO et al., 2010). O caule da planta é composto por colmos que possuem nós, entrenós e gemas, sendo considerados comercialmente o componente principal, pois contêm os níveis acumulados de sacarose que serão extraídos na indústria (THOMAZ, 2016). A disposição de crescimento dos colmos é determinada pelas características genéticas da cultivar escolhida para o plantio, podendo ser ereta, semi-ereta ou decumbente (ARCOVERDE et al., 2018).

As folhas da cana-de-açúcar são consideradas completas devido à presença de elementos como bainha, colar e lâmina foliar. Elas estão dispostas de forma alternada, fixadas ao colmo de maneira oposta e são classificadas a partir do ápice, possuindo nomenclatura específica (MOORE, 1987). Os estômatos presentes nas folhas abrem e fecham de acordo com a turgidez das células, permitindo trocas gasosas e de vapor d'água, o que viabiliza a realização da fotossíntese. Durante esse processo, a cana-de-açúcar incorpora e converte carbono atmosférico para produzir carboidratos de alto valor energético (LEITE, 2011).

As flores da cana-de-açúcar são hermafroditas e se desenvolvem a partir de inflorescências em forma de panículas. Elas produzem frutos em formato elíptico, que

consistem em cariopses secas, indeiscentes e conectadas a um único grão. Comercialmente, o florescimento da planta não é desejado, pois causa a isoporização dos colmos devido à desidratação resultante do deslocamento dos açúcares dos colmos para as panículas. Isso leva a uma redução na produtividade e afeta a extração de açúcar pela indústria (TASSO JÚNIOR et al., 2009).

O sistema radicular da cana-de-açúcar é composto por raízes e rizomas. As raízes podem ser adventícias e permanentes, sendo classificadas como fasciculadas e encontradas nas camadas superficiais do solo. Os rizomas são constituídos por nós, entrenós e gemas, dando origem aos perfilhos e touceiras (SENAR, 2015).

Durante seu ciclo de desenvolvimento, a cana-de-açúcar passa por diferentes estágios fenológicos. O primeiro estágio é a brotação, que ocorre entre 20 e 30 dias após o plantio (DAP) no caso da cana planta ou após o corte (DAC) na cana soca. Nessa fase, os primeiros brotos emergem e os toletes enraízam. O segundo estágio é o perfilhamento, que ocorre entre 20 e 30 DAP/DAC e se estende até 120 DAP/DAC. Nessa fase, inúmeros colmos são emitidos a partir de uma única planta, formando os perfilhos que comporão as touceiras de cana (EMBRAPA, 2021).

O crescimento vegetativo da cana-de-açúcar começa aproximadamente aos 120 DAP/DAC e pode se prolongar até os 270 DAP/DAC em cana de 12 meses. Durante esse estágio, ocorre o acúmulo de sacarose na base dos colmos, o desenvolvimento da parte aérea, o aumento da altura e a maior acumulação de massa seca total. A luz, umidade e o calor são fatores essenciais que influenciam diretamente e indiretamente o desenvolvimento final da cana. A fase final antes da colheita é a maturação, que começa aos 270 DAP/DAC, e nesse período ocorre a formação de sacarose e o seu acúmulo nos colmos por meio da fotossíntese (AUDE, 1993).

2.2 Importância econômica da cana-de-açúcar

O setor sucroenergético do Brasil desempenha um papel crucial no impulsionamento da economia, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) e proporciona a criação de milhares de postos de trabalho em todo o país (CARVALHO et al., 2013). De acordo com o SINDAÇÚCAR-AL (2022), esse setor foi responsável por gerar 11.346 novos empregos, representando uma parcela expressiva de 70% dos empregos criados no estado de Alagoas.

Na safra 2022/23, a produção de cana-de-açúcar alcançou um marco significativo de 610,13 milhões de toneladas, e as projeções apontam para um crescimento ainda maior, com uma estimativa de produção de 637,1 milhões de toneladas na safra 2023/24. A área destinada

à colheita foi influenciada pela intensa concorrência com culturas graníferas, totalizando uma extensão de 8.288,9 mil hectares (CONAB, 2023).

Apesar dos desafios impostos pela competição, as perspectivas são otimistas, pois espera-se um aumento na produtividade de 2,9% em relação ao ciclo anterior. Esse incremento será impulsionado pelas condições climáticas mais favoráveis em comparação ao período anterior, que favoreceram o desenvolvimento das lavouras. A expectativa é que o rendimento médio dos canaviais alcance cerca de 73.609 kg/ha na próxima safra. (CONAB, 2023).

No Nordeste, onde a produção de cana-de-açúcar tem relevância econômica, a média de produtividade atingiu 64.313 kg/ha na safra 2022/23. No estado de Alagoas, especificamente, registrou-se uma média de produtividade ainda mais elevada, alcançando 65.197 kg/ha na safra atual (CONAB, 2023).

2.3 Bioestimulantes

Os bioestimulantes são compostos orgânicos que modificam o crescimento, promovendo o desenvolvimento das plantas e, por conseguinte, aprimorando a absorção e aproveitamento de água e nutrientes presentes no ambiente (CASTRO, 2006).

Conforme estabelecido na regulação 2019/1009 da União Europeia, os bioestimulantes visam induzir processos de nutrição vegetal com o propósito de aprimorar certos aspectos, tais como a resistência ou tolerância a estresses bióticos e abióticos, além de disponibilizar nutrientes que se encontram limitados no solo e otimizar a eficiência na utilização desses nutrientes.

Devido aos inúmeros benefícios observados com a utilização de bioestimulantes nas plantas, esses produtos estão cada vez mais presentes nas práticas de manejo adotadas pelos produtores rurais. A eficácia desses bioestimulantes é notável mesmo quando aplicados em doses reduzidas, promovendo o desenvolvimento e crescimento das plantas, mesmo em condições ambientais desfavoráveis (CASILLAS et al., 1986). Vieira (2001) ressalta que os estudos sobre os efeitos dos bioestimulantes e os benefícios que eles proporcionam às plantas cultivadas têm incentivado a pesquisa de combinações desses produtos, visando aprimorar a produtividade das plantas.

Os bioestimulantes vegetais têm a capacidade de alterar a morfologia e fisiologia das plantas, resultando em mudanças tanto qualitativas quanto quantitativas na produção. Esses reguladores representam uma alternativa vantajosa para os investimentos e metas associados ao cultivo de cana-de-açúcar, pois promovem precocidade na maturação, aumento no teor de sacarose e incremento na produtividade (MARTINS; CASTRO, 1999).

Os produtos contendo biorreguladores têm indicações e metas específicas para regular ou modular um processo particular. Eles podem ser compostos por um ou mais hormônios com ação fisiológica conhecida. É crucial compreender quais processos são regulados pelo grupo de hormônios, a dose recomendada para a modulação e o órgão da planta onde ocorrerão as reações, a fim de alcançar os resultados desejados (TAIZ et al., 2017).

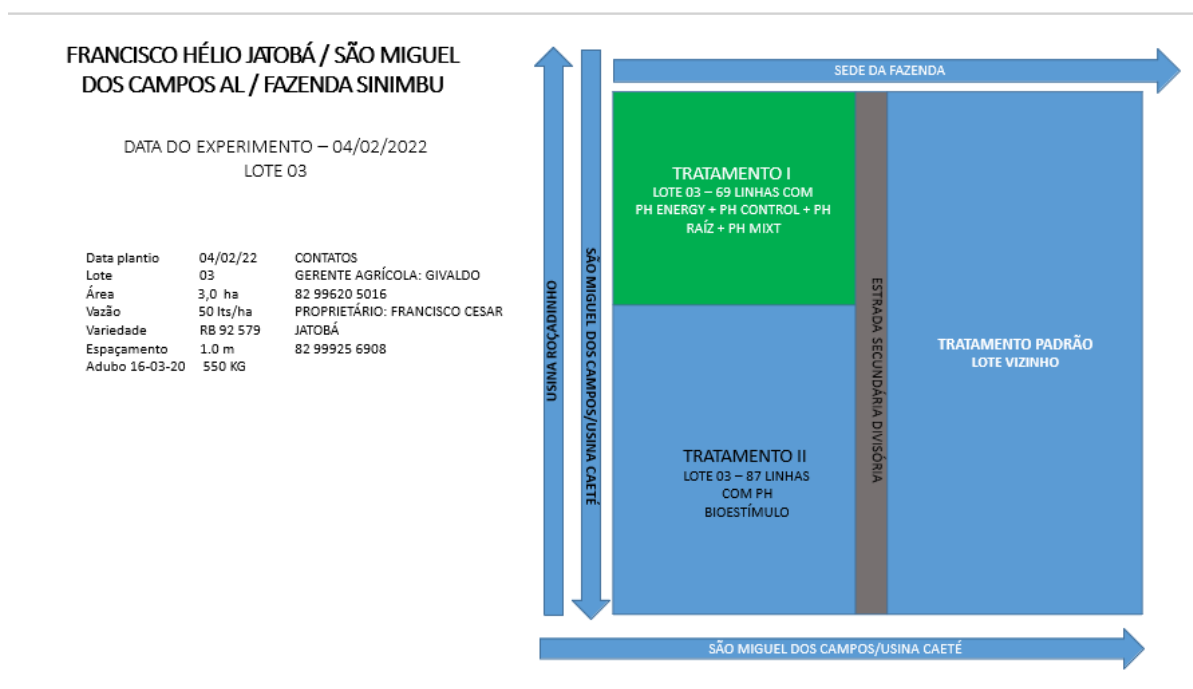
A utilização de bioestimulantes na lavoura de cana-de-açúcar é uma estratégia de manejo que tem o potencial de aumentar a produtividade e o rendimento industrial da cultura, resultando em melhorias nos processos fisiológicos das plantas e permitindo colheitas mais promissoras, mesmo em situações ambientais desfavoráveis (ZILLIAN, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de 04/02/2022 à 05/01/2023 na Fazenda Sinimbu, localizada no município de São Miguel dos Campos - AL. Com coordenadas geográficas 9° 46' 10,9'' de latitude Sul e 36° 04' 19'' de longitude Oeste. O croqui do experimento está representado na Figura 1.

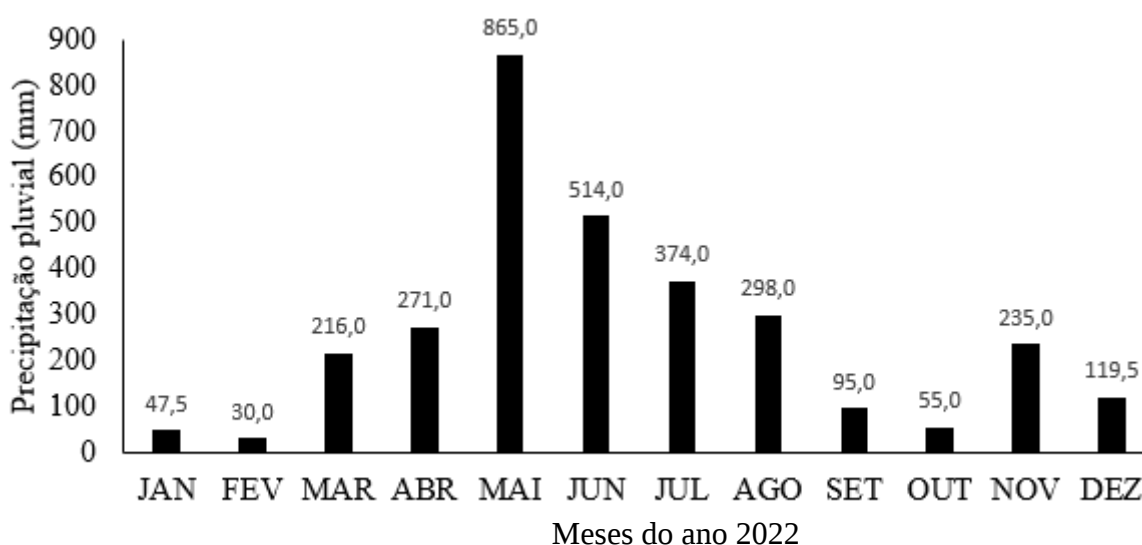
Figura 1. Croqui do experimento localizado na Fazenda Sinimbu em São Miguel dos Campos - AL.



Fonte: Autor (2023)

Na Figura 2, estão representados os valores de precipitação pluvial durante o ano de 2022 na fazenda. A medição foi realizada por meio de um pluviômetro com escala de 0 a 150 mm que ficou situado no centro da área de cultivo e as coletas eram feitas de forma diária às 8 horas da manhã. O total de chuva anual foi de 3120 mm, sendo o mês de maio mais chuvoso (865 mm) e o mês de fevereiro o menos chuvoso (30 mm).

Figura 2. Variabilidade mensal da precipitação pluvial na Fazenda Sinimbu em São Miguel dos Campos - AL.



Fonte: Autor (2023)

3.2 Condução experimental

Na condução experimental, foi selecionado um lote para montagem do campo experimental, que foi realizado devidamente todas as etapas de preparo do solo, como correção, gradagem e sulcamento. A variedade RB92579 foi utilizada como material propagativo no plantio que foi semeada no campo com espaçamento entre linhas de 1 metro. A área total do experimento foi de 3 hectares.

Foram aplicados três tratamentos diferentes: dois tratamentos comerciais e um tratamento padrão já utilizado na propriedade. Na Tabela 1 estão representados os tratamentos e produtos utilizados no experimento.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Produtos	Descrição	Doses
Convencional	Iara vita	Estimulante	0,200 l/ha
PH química	PH raiz	Estimulante	0,500 l/ha
	PH mix	Macro e micronutrientes	1 l/ha
	PH control	Blend de bactérias <i>bacillus</i>	1 l/ha
	PH energy	Blend de enzimas	1 l/ha
Bioestímulo	Biostímulo	Complexo de bactérias de bio-fermentação, enzimas, aminoácidos, estimulantes e nutrientes	5 l/ha

Fonte: Autor (2023)

3.5 Variáveis analisadas

As variáveis utilizadas para os levantamentos biométricos foram o número de perfilhos, altura das plantas e diâmetro dos colmos

Para determinar o diâmetro, mediu-se o diâmetro na base e no ápice bastão e realizou-se uma média. O perfilhamento foi obtido contando o número de colmos por 7 linhas de 10 metros lineares aos 7 meses de idade da planta, a altura da planta foi determinada com o auxílio de um bastão de 1,1 metros de comprimento e a diferença entre o ápice do bastão e a primeira aurícula da planta foi medida através de uma trena.

3.6 Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo Sisvar 5.6 e para comparação das médias, o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação biométrica aos 7 meses em relação ao número de perfilhos, foi verificado que houve diferenças nas médias dos tratamentos comerciais em relação ao tratamento padrão. De acordo com o teste de Tukey, os tratamentos Bioestímulo e PH química estatisticamente não diferiram entre si, o tratamento Bioestímulo obteve a maior média do número de perfilhos por metro linear (11,06), seguido pelo tratamento PH química (10,60) e tratamento padrão (8,46 perfilhos/metro linear). Isso representa um incremento de 23,5% no número de perfilhos com tratamento Bioestimulo e de 20% do tratamento PH química em relação ao tratamento padrão.

Tabela 2. Análise do perfilhamento da variedade RB92579 sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu em São Miguel - AL.

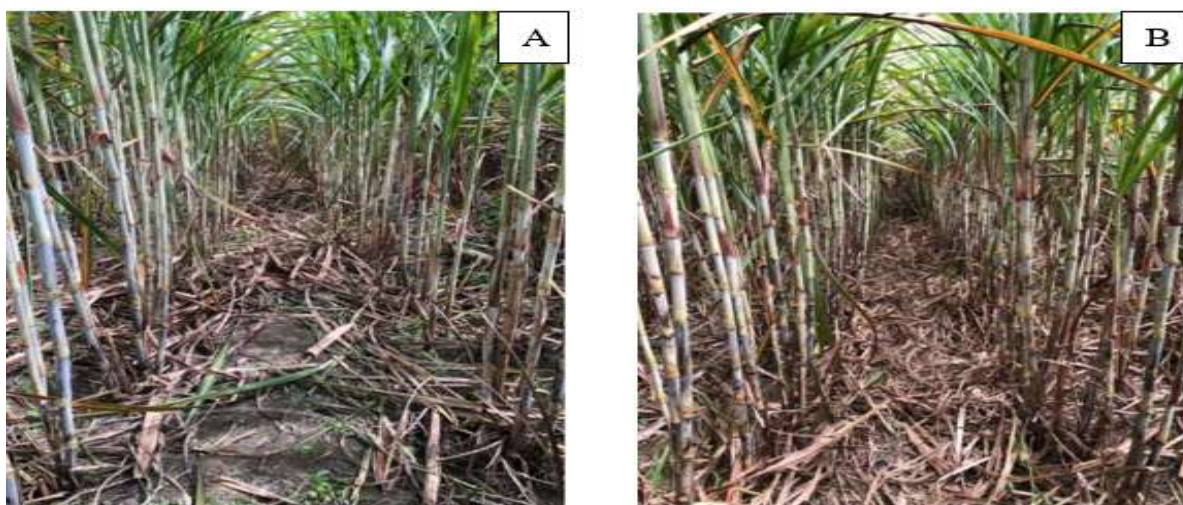
Tratamento	Nº Perfilho (m/linear)
T01 – PH	10,60 a
T02 – BIO-STIMULO	11,06 a
T03 – PADRÃO	8,46 b
CV (%)	6,36

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste tukey a um nível de probabilidade de erro de 5%

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Na Figura 3, observa-se o plantio com os tratamentos convencional (A) e o PH química (B).

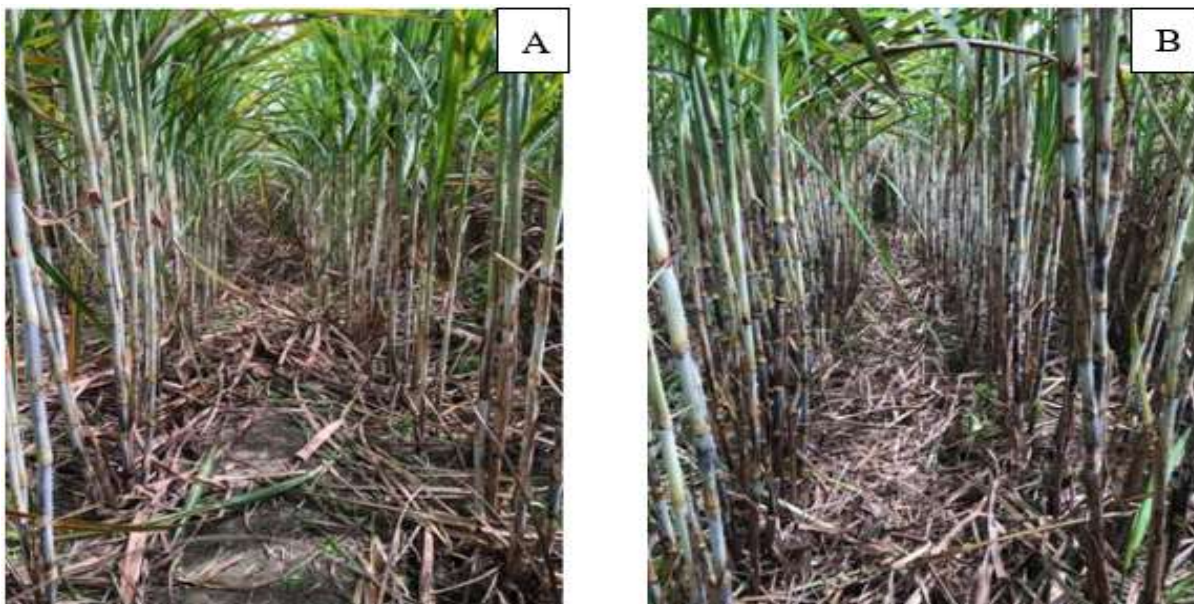
Figura 3. Área com o tratamento convencional e com o PH química, mostrando o perfilhamento da variedade RB92579 aos sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos – AL.



Fonte: Autor (2023)

A Figura 4 apresenta uma comparação visual entre os tratamentos convencional (A) e com bioestímulo (B)

Figura 4. Área com o tratamento convencional e com o bioestímulo, mostrando o perfilhamento da variedade RB92579 aos sete meses após o plantio na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos – AL.



Fonte: Autor (2023)

Segundo Mendes (2009), foram observados aumentos significativos na brotação e emissão de perfilhos da cana-de-açúcar com a aplicação de um bioestimulante vegetal. Além disso, Shetiya e Dendsay (1991) afirmaram que esse bioestimulante pode ser utilizado em pós-emergência para corrigir falhas na brotação da cultura. Ferreira et al. (2013) conduziu um estudo avaliando a aplicação de bioestimulante no fundo do sulco, porém não encontrou diferenças significativas para esse parâmetro.

Na Tabela 3, estão representados os valores referentes ao diâmetro médio do colmo da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade observou-se que, não houve diferenças significativas entres os tratamentos. Em médias absolutas o tratamento padrão apresentou maior média de diâmetro (2,20 cm) seguido do tratamento Bioestimulo (2,06 cm) e PH química (2,01 cm).

Tabela 3. Diâmetro médio do colmo nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.

Tratamento	Diâmetro (cm)
T01 – PH	2,01 a
T02 – BIO-STIMULO	2,06 a
T03 – PADRÃO	2,20 a
CV (%)	15,5

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste tukey a um nível de probabilidade de erro de 5%

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

O estudo realizado por Oliveira et al. (2010) não apresentou diferenças significativas no diâmetro médio dos colmos de variedades de cana-de-açúcar desde o início do ciclo (primeiros 135 dias após o plantio), entretanto, a partir do 279º dia após o plantio, foram observadas diferenças significativas. Isso sugere que as variedades capazes de formar colmos com diâmetros maiores são aquelas que emitem menor número de perfilhos durante a fase de perfilhamento, o que explica o fato também de que no presente trabalho, o menor perfilhamento do tratamento convencional provocou um aumento ligeiro no diâmetro de colmos. Por outro lado, de acordo com Farias et al. (2001), a eficiência no uso da água é de extrema importância para o desenvolvimento dos colmos e o acúmulo de sacarose na cultura da cana-de-açúcar.

Pate et al. (2001), em seu estudo com cana-de-açúcar, relataram que em plantios adensados, os colmos da cultura tendem a ser mais extensos, porém com diâmetros menores.

A altura da planta passa por três estágios de desenvolvimento: o primeiro é caracterizado por um crescimento lento, seguido por uma fase de crescimento rápido e, por fim, o crescimento retorna a um ritmo mais lento (Alves, 2023). No entanto, de acordo com as características genotípicas, podem ocorrer variações no padrão de desenvolvimento (LACERDA et al., 2019).

Na tabela 4 estão os dados das médias da varável altura de plantas, que de acordo com o teste de Tukey, onde foi observado que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Todavia, em números reais o tratamento PH Química apresentou um leve aumento em relação aos demais tratamentos.

Tabela - 4. Altura da planta nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.

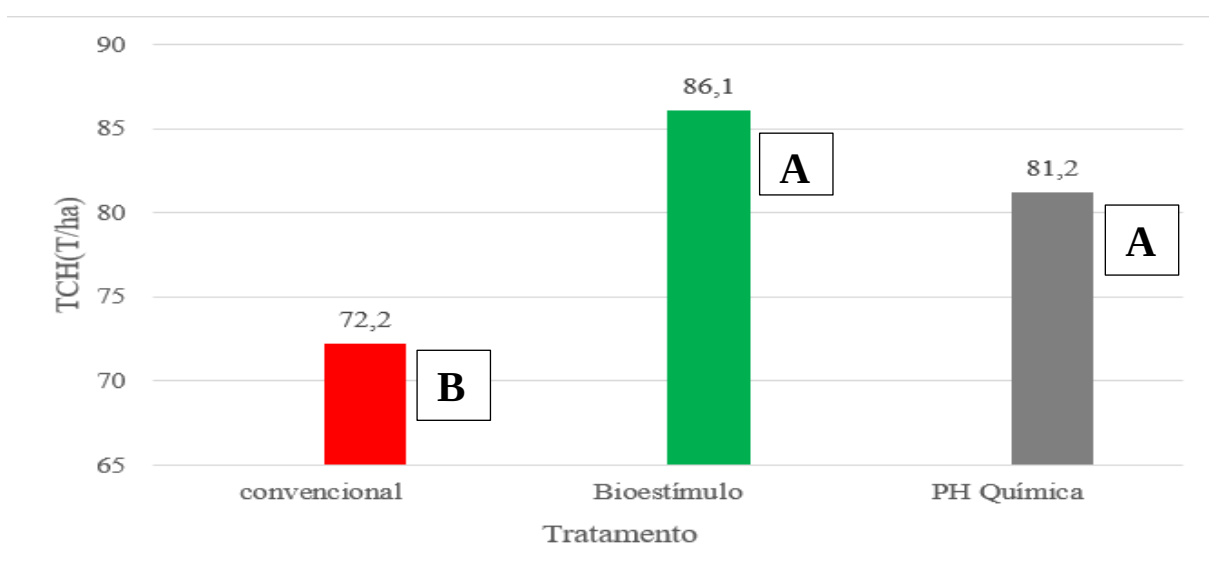
Tratamento	Altura (m)
T01 - PH	2,06 a
T02 – BIO-STIMULO	1,95 a
T03 - PADRÃO	1,92 a
CV (%)	10,82

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a um nível de probabilidade de erro de 5%

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Na Figura 5 estão representados os dados referentes a produtividade final da variedade RB92579 nos diferentes tratamentos utilizados. Verifica-se que os dois tratamentos (Bioestímulo e PH química) foram superiores ao tratamento convencional utilizado na propriedade. Quando comparado o Bioestímulo com o tratamento convencional, verificou-se um acréscimo de 16,14%, representando um aumento de 13,9 toneladas por hectare. Na comparação entre PH química e convencional, o incremento em produtividade foi de 11,08%.

Figura 5. TCH nos diferentes tratamentos da variedade RB92579 na Fazenda Sinimbu, São Miguel dos Campos - AL.



Fonte: Autor (2023)

O ano de 2022 foi um ano bastante úmido, caso fosse diferente o tratamento Bioestímulo poderia ter resultados ainda mais expressivos, uma vez que os bioestimulantes tem melhor efeito em condições estressantes. De acordo com Zillian (2015), em situações de escassez de água, a aplicação de bioestimulante pulverizado no fundo de sulco na cana-de-açúcar resultou em melhores resultados em todas as medições biométricas realizadas.

Um dos componentes presentes no tratamento de Bioestímulo envolve a utilização de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP). Dado o significado da cultura da cana-de-açúcar, as RPCPs têm surgido como uma alternativa viável aos fertilizantes minerais, visando atingir níveis elevados de produtividade. Estudos conduzidos nesse contexto têm relatado o impacto positivo das bactérias endofíticas e rizobactérias no desenvolvimento das plantas, contribuindo para a otimização da fotossíntese e do metabolismo nitrogenado (RAMPAZZO et al., 2018; DA SILVEIRA et al., 2019). As descobertas sobre o potencial das RPCPs reforçam a busca incessante por abordagens biotecnológicas que englobem microrganismos benéficos para o crescimento e a maturação das plantas.

Com o objetivo de aprimorar o desempenho agrônomo das culturas, têm sido exploradas novas técnicas, incluindo o uso de reguladores vegetais. Desde a década de 1990, algumas substâncias têm sido empregadas para essa finalidade, seja em aplicações foliares, buscando promover um desenvolvimento mais vigoroso das plantas (PARADIKOVIĆ et al., 2019), ou visando o aumento na produtividade das culturas (YAKHIN et al., 2017).

O equilíbrio hormonal resulta em uma melhora na eficiência do metabolismo da planta, o que aumenta a conversão de substâncias minerais em substâncias orgânicas. Dessa forma, o uso de bioestimulantes é otimizado, levando ao aumento da produtividade (KOPRNA et al., 2016).

A resposta aos biorreguladores pode variar de acordo com os diferentes genótipos (SILVA et al., 2010). Assim, as variações metodológicas entre os estudos de pesquisa podem parcialmente explicar as diferenças nos resultados obtidos. É possível que as diferenças morfofisiológicas entre a cana planta e a cana soca também contribuam para variações na resposta à aplicação de bioestimulantes, sendo esse aspecto uma perspectiva que pode ser explorada em futuras pesquisas nesta área.

Ao estimar a produtividade em TCH, foi possível observar que o tratamento BIOESTÍMULO apresentou 13,9 mais TCH (Figura 5), onde verificou-se um aumento de 16,14% na produtividade no lote em que foi aplicado o tratamento em relação ao tratamento convencional.

A aplicação da tecnologia da PH QUÍMICA AGRÍCOLA apresentou um custo operacional de R\$350,00/ha, R\$200,00 a mais do que a utilização do modelo convencional utilizado na propriedade, que gasta R\$150,00/ha. Todavia, no experimento foi possível observar que é mais vantajoso investir na nova tecnologia.

Isso se explica quando calculamos o rendimento de 1 hectare de cana-de-açúcar, levando em consideração que 1 tonelada de cana custa em média R\$148,00 de acordo com os preços padrões de venda da cana de açúcar hoje para moagem nas usinas de Alagoas.

Sendo assim, o rendimento de 1 hectare de cana utilizando o tratamento padrão foi de R\$ 10.535,6 e o rendimento do tratamento BIOESTÍMULO foi de R\$12.392,8/ha. O comparativo com a utilização dessa tecnologia demonstrou que houve um aumento de R\$1.857,2/ha de cana plantada.

5 CONCLUSÃO

O uso dos tratamentos Bioestimulo e PH química promovem o aumento no número de perfilhos e consequentemente no incremento em produtividade na cultura da cana-de-açúcar (RB92579).

A utilização do Bioestimulo apresentou um custo de 200,00 reais a mais por hectare, porém, promoveu um aumento de 13,9 ton/ha, o que resultou em um rendimento de R\$1.857,2 a mais por hectare, enquanto o PH química apresentou um custo de 180,00 reais a mais por hectare e promoveu um aumento de 9 ton/ha, o que resultou em um rendimento de R\$ 1.152,0 reais a mais por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. M. C. **Desenvolvimento vegetativo de cana-de-açúcar sob a fixação biológica em associação de algas no brejo paraibano**. 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenheiro Agrônomo) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2023.

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A.; SILVA, M. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, W. R.; S, A. H. T. Perfilamento de variedades de cana-de-açúcar sob dois preparos de solo. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 349-356, 2018.

AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, v. 23, n. 2, p.241-248, 1993.

BORGES, C. E.; CAZETTA, J. O.; SOUSA, F. B. F. D.; OLIVEIRA, K. S. Toxidez de alumínio reduz eficiência nutricional de macronutrientes e micronutrientes em mudas de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, 2020.

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, 2015.

CAIEIRO, J. T.; PANOBIANCO, M.; BESPALHOK FILHO, J. C.; OHLSON, O. D. C. Pureza física e germinação de sementes (cariopses) de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 2 p. 140-145, 2010.

CARVALHO, L. C., BUENO, R. C. O. F., CARVALHO, M. M., FAVORETO, A. L. & GODOY, A. F. Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera**, 9(16), 530-542. 2013.

CASILLAS, J. C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H. et al. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo rábano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronómica**, Palmira, v.36, p.185-195, 1986.

CASTRO, P.R.C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. Piracicaba: Esalq. 2006. 46p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento - **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, v.11 - Safra 2023-24 n.1. Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-56, Abril 2023.

DA SILVEIRA, A. P. D. et al. Exploitation of new endophytic bacteria and their ability to promote sugarcane growth and nitrogen nutrition. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 112, n. 2, p. 283-295, 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cana-de-açúcar: Fenologia. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2021. Disponível em:< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/>.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Denominação de Cultivares de Cana-de-Açúcar como Suporte à Documentação e Utilização do Germoplasma Conservado**. Aracaju, SE. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 356-362, 2008.

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

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

LACERDA, A. R. S.; SOUZA, A. R.; SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Produtividade da cana-de-açúcar em resposta a adubação

NPK em diferentes épocas. **Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM)**, v. 1, n. 18, 2019.

LEITE, M. T. **Cultivo da cana-de-açúcar: Classificação botânica e anatomia da cana-de-açúcar**. UFPB, 2011.

MARIN, F. R. **Cana**. Embrapa. 21 de fevereiro de 2022. Fenologia. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/caracteristicas/fenologia>. Acesso em: 21 de julho de 2023.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. **Efeitos de giberelina e ethephon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.10, p.1855-1863, 1999.

MENDES, L.S.; CASTRO, P.R.; ROSSI, G. **Desenvolvimento inicial de mini-toletes de cana-de-açúcar submetidos a tratamentos com agroquímicos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2009. 2p. METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EDUSP, 1979. v.2, cap.5, p.129-161.

MOORE, P. H. Anatomy and morphology. In: Developments in crop science. **Elsevier**, p. 85- 142, 1987.

NOBILE, F. O.; FARINELLI, R.; JUNIOR, F. K.; PESSI, G. H. P. Aplicação de calcário em superfície: estudo da influência nas propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico sob o cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 20, n. 2, p. 99-108, 2017.

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. L.; ANDRADE, B. M. T; FREIRE, F.; LIRA JUNIOR, M. A. A. MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 951-960, 2010.

PARADIKOVIĆ, N., et al. Biostimulants research in some horticultural plant species: A review. **Food and Energy Security**, 8 (2), e00162, 2019.

RAMPAZZO, P. E. et al. Rhizobacteria improve sugarcane growth and photosynthesis under well-watered conditions. **Annals of Applied Biology**, v. 172, n. 3, p. 309-320, 2018.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Curso Técnico em Agronegócio. Apostila: Técnicas de Produção Vegetal. **Rede e-Tec Brasil**, Brasília, 2015.

SHETIYA, H.L.; DENDSAY, J.P.S. **Morpho-physiological and quality traits in sugarcane in response to post emergence treatment with 2-chloroethyl-phosphonic acid**. Indian Sugar, Nova Delhi, v.41, n.1, p.37-40, 1991.

SILVA, D. L. G.; BATISTI, D. L. S.; FERREIRA, M. J. G.; MERLINI, F. B.; CAMARGO, R. B.; BARROS, B. C. B. Cana-de-açúcar: Aspectos econômicos, sociais, ambientais, subprodutos e sustentabilidade. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 7, pág. e44410714163, 2021.

SILVA, I. D. N. **Resposta da cana-de-açúcar ao uso de bioestimulante sob diferentes densidades de plantio**. 2018. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.

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**, 40 (4), 774-780, 2010. DOI: doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057.

SINDAÇUCAR, SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ALCOOL – AL NO ESTADO DE ALAGOAS 2022. Disponível em: <<https://www.sindacucar-al.com.br/app/uploads/2022/08/050822.pdf>>. Acessado em 09 de junho de 2023.

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

TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; SILVA NETO, H. F.; CAMILOTTI, F.; BERNARDI, J. H.; NOGUEIRA, T. A. R. Variação genotípica no florescimento, isoporização e características tecnológicas em seis cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 12-18, 2009.

THOMAZ, A. L. Desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar: **Desenvolvimento das plantas de batata, mandioca, fumo e cana-de-açúcar**. Porto Alegre: UFRGS, p. 55-75, 2016.

VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba: ESALQ, 2001. 122p. Tese de Doutorado em Agronomia.

YAKHIN, O. I., et al. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**, 7, 2049. DOI: doi.org/10.3389/fpls.2016.02049, 2017.

ZILLIAN, R. R. **Influência de biorreguladores sobre a fisiologia e crescimento inicial de cana-de-açúcar submetida ao déficit hídrico**. Dissertação (Mestrado em Agronomia. – Produção Vegetal) Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), Presidente Prudente, 2015.