

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**João Pedro de Aguiar Mazeto**

Graduando em Engenharia Agrônômica

**Influência da auxina, citocinina e giberelina quando comparadas às formas de uso, seja isolada ou combinadas, e seus efeitos sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos, de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivada em suas fases iniciais.**

Dracena

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**João Pedro de Aguiar Mazeto**

Graduando em Engenharia Agrônômica

**Influência da auxina, citocinina e giberelina quando comparadas às formas de uso, seja isolada ou combinadas, e seus efeitos sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos, de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivada em suas fases iniciais.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus de Dracena como parte das exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo

Dracena  
2023

Inserir nesta página a versão digitalizada do  
**certificado de aprovação.**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: Influencia da auxina, citocinina e giberelina quando comparadas as formas de uso, seja isolada ou combinadas, e seus efeitos sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos, de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivada em suas fases iniciais.

Modalidade: **Trabalho de atividades de pesquisa**

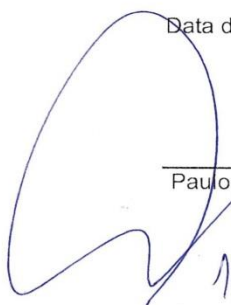
Autor: João Pedro de Aguiar Mazeto


Orientador (a): Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo

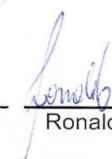
Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 16/06/2023

  
\_\_\_\_\_  
Paulo Alexandre Monteiro  
de Figueiredo

  
\_\_\_\_\_  
Sergio Bispo Ramos

  
\_\_\_\_\_  
Ronaldo da Silva Viana

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

João Pedro de Aguiar Mazeto, nascido em 31 de Agosto de 2000, na cidade de Pederneiras/SP. Ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP, câmpus de Dracena, em 2019. Membro do Grupo de Experimentação em Cana-de-açúcar (GECANA, FCAT/UNESP). Participou de eventos como “IV Expedição de Engenharia Agrônômica FCAT” (2019), “V Expedição de Engenharia Agrônômica FCAT” (2020) “III Simpósio de Fertilizantes Fluídos FEALQ” (2021), “IX e X Simpósio sobre Tecnologia de Produção da Cana-de-Açúcar (2019 e 2021). Concluiu cursos como “Nutrição avançada da Cana-de-açúcar” (2021) e “Mentoria de altas produtividades para Soja, Milho e Cana-de-Açúcar” (2022).

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai Rinaldo Batista Mazeto e minha mãe Cinéia Maria de Aguiar Mazeto, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”  
(José de Alencar).

## RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é pertencente à Família Poaceae e em diferentes partes do mundo possui grande importância para o cultivo em escala comercial, com finalidade de uso na indústria, visando à produção de açúcar e álcool. O presente trabalho foi conduzido em vasos na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Dracena, SP. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação dos hormônios de crescimento giberelina, citocinina e auxina no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. O delineamento escolhido foi em blocos casualizados (DBC) contendo 8 tratamentos e 7 repetições, totalizando 56 unidades experimentais. Foram analisadas características como: velocidade de emergência, número de folhas, número e diâmetro de colmos, altura da planta, comportamento fisiológico, teor de clorofila, morfologia, índice de área foliar, matéria seca, peso e análises estatísticas. A presença de auxina isolada ou em associação com outros reguladores proporcionou ganhos em altura de planta, diâmetro de colmos, número de folhas e espessura do limbo foliar. Já a aplicação de giberelina combinada com citocinina promoveu maior área do feixe floemático das plantas de cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** Hormônios, reguladores vegetais, bioestimulantes.

## ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum* spp.) belongs to the Poaceae family and in different parts of the world it has great importance for cultivation on a commercial scale, with the purpose of use in industry, aiming at the production of sugar and alcohol. The present work was carried out in vases at the Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus of Dracena, SP. The objective was to evaluate the effects of the application of the growth hormones gibberellin, cytokinin and auxin in the initial development of sugarcane. The chosen design was in randomized blocks (DBC) containing 8 treatments and 7 repetitions, totaling 56 experimental units. Characteristics such as: emergence speed, number of leaves, number and diameter of stems, plant height, physiological behavior, chlorophyll content, morphology, leaf area index, dry matter, weight and statistical analysis were analyzed. The presence of auxin alone or in association provided gains in plant height, stem diameter, number of leaves and thickness of the leaf blade. On the other hand, the application of gibberellin combined with cytokinin promoted a larger area of the phloem bundle of sugarcane plants.

**Keywords:** Hormones, plant regulators, biostimulants.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Correção e preenchimento dos vasos com 45 dm <sup>3</sup> de solo referente ao experimento envolvendo hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	23
<b>Figura 2:</b> Distribuição dos vasos na Casa de Vegetação referente ao experimento envolvendo hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar... ..	24
<b>Figura 3:</b> Extração dos minitoletes e distribuição dos vasos na Casa de Vegetação referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	25
<b>Figura 4:</b> Preparo da calda e tratamentos referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.....	25
<b>Figura 5:</b> Desbaste dos brotos referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	26
<b>Figura 6:</b> Adubação de cobertura com Uréia, aos 60 DAP, referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	26
<b>Figura 7:</b> Avaliação do VE e IVE das plantas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.....	27
<b>Figura 8:</b> Biometria não destrutiva das plantas, referente às avaliações de 45 e 60 DAP no experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	27
<b>Figura 9:</b> Decalque da epiderme referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	28
<b>Figura 10:</b> Fragmentos emblocados referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	29
<b>Figura 11:</b> Lâminas prontas para serem coradas, referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.....	29
<b>Figura 12:</b> Leitura das lâminas morfológicas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.....	30
<b>Figura 13:</b> Lavagem e secagem das partições das plantas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar. ....	30
<b>Figura 14:</b> Número de colmos referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos. ....	34

<b>Figura 15:</b> Altura de plantas da referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos. ....	34
<b>Figura 16:</b> Índice de clorofila (SPAD) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos. ....	35
<b>Figura 17:</b> Diâmetro de colmos referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos. ....	35
<b>Figura 18:</b> Número de colmos avaliados, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	36
<b>Figura 19:</b> Altura de plantas avaliadas, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	36
<b>Figura 20:</b> Índice SPAD avaliado, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	37
<b>Figura 21:</b> Diâmetro de colmos avaliados, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	37
<b>Figura 22:</b> Número de folhas avaliadas, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	40
<b>Figura 23:</b> Taxa fotossintética (AA) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos. ....	43
<b>Figura 24:</b> Espessura do limbo (EL) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	45
<b>Figura 25:</b> Área do feixe floemático (AFF) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	46
<b>Figura 26:</b> Massa da matéria seca da parte aérea referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	48
<b>Figura 27:</b> Massa da matéria seca da raiz referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar. ....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Resultados das análises químicas do solo da terra utilizada na condução do experimento de bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar..	22
<b>Tabela 2:</b> Tratamentos envolvendo a aplicação de auxina, citocinina e giberelina.....	23
<b>Tabela 3:</b> Velocidade de Emergência (VE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), submetidas a diferentes tratamentos. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena - SP.....	31
<b>Tabela 4:</b> Número de colmos, altura de plantas, índice SPAD (clorofila) e diâmetro de colmo da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ....	33
<b>Tabela 5:</b> Número de folhas cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena - SP.....	38
<b>Tabela 6:</b> Desdobramento do número de folhas da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação. Letras minúsculas são comparadas dentro das colunas e letras maiúsculas comparadas dentro das linhas.....	41
<b>Tabela 7:</b> CI, TLEAF, AA, EE, GS e EUA da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena - SP.....	42
<b>Tabela 8:</b> EECAD, EECAB, EL, AFXT, AFF e ATFXF da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena - SP.....	44
<b>Tabela 9:</b> Número de estômatos (NE), diâmetro polar abaxial (DPAB), diâmetro equatorial abaxial (DEAB) e índice de área foliar (IAF) da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5.....	46
<b>Tabela 10:</b> Matéria seca da parte aérea e radicular da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena - SP.....	47

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3.1 Auxinas .....	19
3.2 Citocininas .....	20
3.3 Giberelinas.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4.1. Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos.....	23
4.2. Avaliações .....	26
4.3. Análises estatísticas .....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1. Velocidade de emergência (VE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) .....	31
5.2. Análises biométricas .....	32
5.3. Parâmetros fisiológicos.....	42
5.4. Parâmetros morfoestruturais .....	43
5.5. Análise estomática e índice de área foliar .....	46
5.6. Parâmetros produtivos.....	47
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é considerada a terceira cultura de maior relevância no cenário agrícola nacional, tendo como principal característica sua utilização no setor sucroenergético visando à produção de açúcar, etanol e energia. O seu cultivo possui uma ocupação relativamente baixa nas áreas agrícolas do país, entretanto, com capacidade de expansão através do avanço tecnológico, pesquisas e inovações implementadas a fim de melhorar as condições produtivas.

Nos dias atuais, com o surgimento de novas tecnologias para o cultivo dessa cultura, ganhos consideráveis na produção são promovidos por meio da utilização de bioestimulantes à base de hormônios vegetais sintéticos. Esses compostos atuam diretamente no desenvolvimento da planta, sendo uma ferramenta adequada para atingir um crescimento e desenvolvimento ideal. Além do mais, quando associados com nutrientes, vitaminas, aminoácidos e hormônios específicos, se tornam um completo instrumento a favor dos produtores de cana-de-açúcar.

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), três grupos elementares são considerados fitormônios promotores de crescimento, sendo eles: auxinas, citocininas e giberelinas. Eles apresentam estruturas moleculares pequenas, facilitando a entrada nas células, promovendo, inibindo ou modificando alguns recursos fisiológicos e, conseqüentemente, influenciando nos parâmetros produtivos, morfológicos e de desenvolvimento dos vegetais.

A maioria dos produtos comerciais envolvendo bioestimulantes possuem em sua composição dois ou mais fitohormônios envolvendo diferentes concentrações. O presente trabalho teve como objetivo analisar, além da forma combinada, a forma isolada e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. Por muitas vezes, a alta concentração de um hormônio promotor pode vir a inibir a função de outro, por isso, se torna interessante entender qual é a melhor forma de favorecer um bom estabelecimento inicial dessa cultura envolvendo essas substâncias.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de auxina, citocinina e giberelina quando comparadas às formas de uso, seja isolada ou combinadas, e seus efeitos sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos, de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivada em suas fases iniciais.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento em altura da cana-de-açúcar, número de colmos, diâmetro de colmo, aspectos morfológicos, determinar a área foliar e produção de matéria seca mediante a aplicação das combinações de bioestimulantes.

- Analisar a correlação entre as variáveis fisiológicas como Carbono interno (CI); Temperatura foliar (TLEAF); Taxa fotossintética (AA); Transpiração (EE); Condutância estomática (GS) e Eficiência do uso da água (EUA), utilizando-se o aparelho IRGA.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à classe das monocotiledôneas, família Poaceae, tendo destaque como uma das culturas de maior interesse econômico voltada para a produção de açúcar e etanol. É originária da região do Sudeste Asiático e parte da Oceania, sendo que a espécie *Saccharum officinarum* L. é originária da Nova Guiné (FIGUEIREDO, 2008; CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

A primeira espécie a chegar ao território brasileiro foi a *Saccharum officinarum* L., porém, a mesma demonstrou-se frágil quando submetida a estresses bióticos e abióticos, fator o qual evidencia a dificuldade desta em se adaptar a novos ambientes. Assim, se fez necessária a produção de novos híbridos, mais resistentes e de fácil adaptação em relação às diversas condições ambientais, através dos programas de melhoramento genético, possibilitando a sua vasta disseminação no Brasil (CAPUTO et al., 2008).

O Brasil tem-se um destaque na produção canavieira devido ao seu histórico de produção com mais de quatro séculos (MARTINS; CASTRO,

1999). O país é considerado o maior produtor de cana do mundo, sendo também conhecido como maior produtor mundial de açúcar e segundo maior produtor de etanol, ficando apenas atrás dos Estados Unidos. Sozinho, o Estado de São Paulo é responsável por gerar 55% da produção de cana-de-açúcar do Brasil (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA, 2016).

A cana é classificada como uma Poaceae de caráter semi-perene, composta por folhas, raízes e caule/colmo. A sua base tem como finalidade produzir caules não ramificados, possuindo quatro estádios fenológicos: brotação e emergência; perfilhamento e estabelecimento da cultura; período de crescimento, o qual é considerado desde o perfilhamento final ao início do acúmulo de sacarose e, concluindo-se, a maturação, momento em que ocorre o intenso acúmulo deste carboidrato nos colmos (CHEAVEGATTIGIANOTTO et al., 2011).

Por possuir ciclo perene, a cana está sujeita a diversas variações climáticas durante seu estabelecimento no campo. Tendo em vista ao interesse em concentração de sacarose, a planta necessita de períodos com condições de temperatura e umidade adequadas, possibilitando que ela atinja o máximo de seu crescimento na fase vegetativa, seguida também de uma ocasião de restrição hídrica ou térmica, que propicia o acúmulo de sacarose no colmo, próximo à época de colheita (INMANBAMBER; SMITH, 2005).

Em seu cultivo, o número de perfilhos proporciona a quantidade de colmos produtivos ao final do ciclo da cultura, ou seja, está diretamente ligado à produtividade (SEGATO et al., 2006), por isso, o conhecimento dos fatores que afetam a dinâmica de perfilhamento no campo, se faz imprescindível para o adequado manejo da cultura, buscando o retorno econômico desejado.

Visando um melhor desempenho agrônômico da cana-de-açúcar, novas técnicas têm sido estudadas e, dentre elas, destaca-se a aplicação de hormônios vegetais (DAVIES, 2010; CAPUTO et al., 2007). Desde 1990, essas substâncias têm sido utilizadas com essa finalidade, tanto em aplicações foliares ou em outras partes da planta, tendendo ao melhor desenvolvimento e estabelecimento nas diferentes modalidades de cultivo (PARADIKOVIĆ et al.,

2019). Essas substâncias também agem modificando a morfologia e a fisiologia, podendo resultar em alterações qualitativas e quantitativas na produção (YAKHIN et al., 2017; ARAUJO, 2015, MALAVOLTA et al., 1997).

Os hormônios vegetais expressam a sua importância através do seu papel de substância transdutora; com base na percepção dos estímulos ambientais, as partes da planta são sinalizadas acerca da situação de outras partes por meio da síntese ou de mudanças de concentração de um ou mais fitormônios (WEKESA et al., 2015). Aliados aos fatores externos, eles dão início ao processo do crescimento e da diferenciação, além de se encarregarem da sincronização do desenvolvimento da planta com as mudanças sazonais do ambiente. Os hormônios vegetais também regulam a intensidade e a orientação do crescimento vegetal, a sua atividade metabólica, o transporte, o estoque e a mobilização de materiais nutritivos (LARCHER, 2006).

Esses reguladores podem ser sintetizados pelas plantas ou aplicados de forma exógena, por ação antrópica, levando o nome então de bioestimulantes, os quais, em concentrações muito baixas, são responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento e crescimento vegetal (HARTMANN et al., 1988).

Por bioestimulantes, compreendem-se as substâncias similares aos hormônios vegetais, os quais apresentam um papel de grande importância. Considerando a sua composição, concentração e proporção, são capazes de promover ganhos em termos de crescimento e desenvolvimento vegetal, sendo responsáveis por estimular a divisão celular, diferenciação e o alongamento das células, podendo também, potencializar a absorção e a utilização de água e dos nutrientes pelas plantas (CASTRO; VIEIRA, 2001). Em relação à sua concentração hormonal, os bioestimulantes apresentam menos de 0,02% ou 200 ppm de cada hormônio em um litro, com doses recomendadas de 0,5 a 1,0 litro/ha, ou seja, consideravelmente baixas. Sendo assim, o uso de bioestimulante figura como um complemento na manutenção fisiológica, o que em condições ambientais adversas pode ser uma importante ferramenta para elevar o potencial produtivo (VASCONCELOS, 2006).



Dentre os principais reguladores vegetais promotores de crescimento, considerando os endógenos e os sintéticos, destacam-se as auxinas, as giberelinas e citocininas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Quando essas substâncias são aplicadas no início do desenvolvimento das culturas, ou em toletes como no caso da cana-de-açúcar, elas promovem um aumento no crescimento radicular, possibilitado melhor estabelecimento e desenvolvimento do cultivo.

### 3.1 Auxinas

A auxina foi o primeiro fitohormônio descoberto, sendo um dos principais agentes químicos sinalizadores que regulam o desenvolvimento vegetal. A principal auxina presente nos vegetais é o ácido indolil-3-acético (AIA), embora existam várias outras auxinas sintetizadas pelas plantas (GEHLOT et al., 2014).

A auxina é produzida principalmente na gema apical e translocada de modo polar para a raiz. As auxinas sintéticas são bastante eficientes, pois não são metabolizadas pelas plantas tão rapidamente quanto o AIA (TAIZ; ZEIGER, 2009). Atualmente, os estudos com auxinas testam seu potencial de promover o enraizamento in vitro e ex vitro, como sua funcionalidade na multiplicação e regeneração de plantas (ALCANTARA et al., 2008).

Ao nível celular, a mesma promove sua expansão, por estar envolvida na incorporação de materiais na parede celular, afetando a expansão celular, através do aumento de sua plasticidade (TAIZ; ZEIGER, 2009). Ela também participa na promoção do crescimento de caules de plantas, desenvolvimento das raízes, da regulação da dominância apical, da abscisão foliar, da diferenciação vascular, da formação de gemas florais e do desenvolvimento do fruto.

O crescimento, desenvolvimento e sobrevivência de plantas estão relacionados ao seu potencial de enraizamento. As raízes são essenciais para fixação da planta no solo e principal fonte de água e nutrientes, sendo esse fator considerado essencial para o bom estabelecimento da cultura da cana-de-açúcar. Por ser uma planta semi-perene, a sua fixação no solo é essencial para os sucessivos ciclos de vida (PACURAR et al., 2014). Assim sendo, estudar o

efeito dessa substância na maturação da planta se faz necessário para promover a expansão e desenvolvimento sustentável da cultura.

### **3.2 Citocininas**

A citocinina é um fitohormônio ligado ao crescimento dos vegetais através de divisão celular (citocinese). De maneira geral, a citocinina promove a síntese de proteínas, impedindo dessa forma a senescência (LETHAM; MILLER 1965). Por sua vez, ela também impede a saída de proteases do vacúolo, inibindo a degradação de proteínas e, por conseguinte, dificultando também a formação de radicais livres. Além disso, é responsável pela manutenção e integridade da membrana plasmática que, por sua vez, preserva a clorofila, mantendo ativa a síntese de carboidratos (CASTRO; VIEIRA, 2001).

As citocininas apresentam muitos efeitos nos processos fisiológicos de desenvolvimento como, por exemplo, no processo de divisão celular e em processos de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos, na germinação de sementes e na quebra de dormência de gemas (VIEIRA; MONTEIRO, 2002). Observa-se que o tratamento de gemas laterais com citocininas, frequentemente, causa o seu crescimento, mesmo na presença de auxinas, modificando assim a dominância apical (KOHATSU et al., 2012)

Essas moléculas são sintetizadas nas raízes, em embriões em desenvolvimento, folhas jovens, frutos e nos tecidos da galha da coroa, também sintetizadas por bactérias, insetos e nematódeos associados às plantas. São mais abundantes em células jovens em divisão nos meristemas da parte aérea e do ápice radicular. São transportadas passivamente a partir das raízes até a parte aérea pelo xilema, junto com a água e os sais minerais. A citocinina de ocorrência natural mais ativa é a zeatina e a sintética mais comum é a cinetina (TAIZ; ZEIGER, 2006). Além da divisão celular, a razão entre a auxina e a citocinina é o fator determinante na diferenciação em raiz ou gema de tecidos vegetais cultivados, sendo que, altas taxas promovem a formação de raízes e baixas taxas promovem a formação de gemas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

### 3.3 Giberelinas

As giberelinas fazem parte de um grande grupo de compostos relacionados, sendo conhecidos mais de 125 tipos (COSTA, 2010). Essas moléculas promovem o crescimento, efeito similar que as auxinas produzem. Uma das diferenças é que as giberelinas quase não apresentam efeitos em segmentos de plantas (PEIXOTO, 2011). Elas desempenham importantes funções em vários mecanismos biológicos, que incluem a germinação de sementes, o crescimento da parte aérea, floração, partenocarpia, senescência e abscisão (VIEIRA et al., 2014).

Alguns estudos reportaram que após a pulverização de giberelina em cana-de-açúcar, o alongamento do entrenó foi estimulado, o que resultou no aumento significativo da produtividade da cultura (VIEIRA et al., 2010). É possível observar a ação deste hormônio no comprimento dos entrenós, no aumento do peso dos colmos, na melhora da brotação da soqueira e no aumento da altura dos colmos e, como consequência, a melhora da produtividade da cana-de-açúcar (TAIZ; ZEIGER, 2006). Nunes Junior (2013) ainda cita que as giberelinas atuam na dormência e mobilização de reservas nutricionais da planta. Contudo, é importante ressaltar a necessidade de manter o equilíbrio hormonal de cada fase de crescimento da planta, bem como a relação entre promotores e inibidores do crescimento.

Mendes (2010) trabalhando com a variedade SP 81-3250, com os toletes tratados com giberelina no sulco de plantio, observou que a emergência das gemas da cana-de-açúcar aos 15 dias após o plantio foi retardada, quando comparada ao controle. O autor explicou o efeito baseando-se na premissa de que a aplicação de apenas um regulador vegetal provocou um desequilíbrio hormonal na planta.

Corroborando com a ideia anterior, Rossetto (2015) afirmou que as giberelinas, auxinas e citocininas são os hormônios relacionados ao estágio de brotação e emergência da cana-de-açúcar atuando no intumescimento das gemas, na mobilização de reservas do tolete, no desenvolvimento do colmo primário e no crescimento das raízes do tolete. Dessa forma, pode-se relacionar a brotação dos minirrebolos com a atuação desses hormônios a fim de potencializar o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar. Assim, a

aplicação em conjunto dos três hormônios pode beneficiar de forma geral todos os estádios fenológicos dessa cultura, desde que em concentrações previamente estudadas levando em conta a necessidade pela planta frente a estresses bióticos e nutricionais.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Casa de Vegetação, no dia 13 de outubro de 2021, nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Câmpus de Dracena, unidade da Universidade Estadual Paulista – UNESP.

O solo utilizado para o enchimento dos vasos foi coletado de modo uniforme, com profundidade acima de 0,4 m, sendo caracterizado como Latossolo distroférico, o qual apresenta 17% de argila. Realizou-se a análise de solo segundo Raij et al. (1997), determinando os teores de P, S, K, Ca, Mg, Al, H+Al, pH, M.O (Tabela 1).

**Tabela 1:** Resultados das análises químicas da terra utilizada na condução do experimento de bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar.

pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	.....	mg dm <sup>-3</sup>	.....	mmolc dm <sup>-3</sup>	.....		
4,00	4,0	1,0	7,0	6,0	2,0	0,3	13,0	33,0

Fonte: Próprio autor, 2023.

A terra foi corrigida com calcário, visando à elevação da saturação por bases a 70% (Figura 1). Após sua aplicação, respeitou-se um período de 30 dias com o objetivo de uma completa reação para o posterior plantio, empregando irrigações diárias.

**Figura 1:** Correção e preenchimento dos vasos com 45 dm<sup>3</sup> de terra referente ao experimento envolvendo hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



#### 4.1. Delineamento experimental e aplicação dos tratamentos

O delineamento escolhido foi o em blocos casualizados (DBC), contendo 8 tratamentos, sendo esses expressos na Tabela 2, com 7 repetições, totalizando 56 unidades experimentais.

**Tabela 2:** Tratamentos envolvendo a aplicação de auxina, citocinina e giberelina.

Tratamentos			
<b>T1:</b> Controle	<b>T2:</b> Auxina	<b>T3:</b> Giberelina	<b>T4:</b> Citocinina
<b>T5:</b> Auxina + Giberelina	<b>T6:</b> Auxina + Citocinina	<b>T7:</b> Giberelina + Citocinina	<b>T8:</b> Auxina + Giberelina + Citocinina

Fonte: Próprio autor, 2023.

Os vasos, preenchidos com 45 dm<sup>3</sup> de solo terra, foram organizados na parte central da Casa de Vegetação, identificados e distanciados, de forma a favorecer a movimentação da equipe. Sendo assim, foi possível a realização adequada das atividades diárias de manejo e avaliações (Figura 2).

**Figura 2:** Distribuição dos vasos na Casa de Vegetação referente ao experimento envolvendo hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



O plantio dos minitoletes ocorreu no dia 16 de novembro de 2021. Nesse momento, também foi feita a adubação do experimento, de forma homogênea, para todas as unidades experimentais. As doses de nutrientes aplicados foram: 50-150-50 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio (N), Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Potássio (K<sub>2</sub>O) respectivamente (RAIJ et al., 1997). As fontes para o fornecimento dos nutrientes já supracitados basearam-se em: uréia, super fosfato simples e cloreto de potássio.

A cultivar utilizada no experimento foi a CTC4, com idade próxima a 10 meses, fornecida de uma fazenda destinada à produção de mudas, com excelentes condições fitotécnicas.

Os minitoletes foram retirados da parte mediana dos colmos, cortados com o mesmo comprimento e classificados conforme a sanidade e diâmetro. Posteriormente, plantou-se em número de três por vaso e dispostos de forma triangular (Figura 3).

**Figura 3:** Extração dos minitoletes e distribuição dos vasos na Casa de Vegetação referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



Os hormônios auxina, citocinina e giberelina foram preparados respectivamente, na forma de ácido 4-indol-3-ilbutírico  $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ , cinetina  $0,09 \text{ g.L}^{-1}$ , ácido giberélico  $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ . Tendo a calda dos tratamentos pronta, foram aplicados na dose de  $0,5 \text{ L.ha}^{-1}$ , durante o plantio dos minitoletes, sobre as gemas da cana-de-açúcar conforme preparo prévio em laboratório (Figura 4).

**Figura 4:** Preparo da calda e tratamentos referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



No dia 20 de dezembro de 2021, por volta de 30 DAP, efetuou-se o desbaste dos brotos com o intuito de manter aquele que apresentou mais vigor e sanidade (Figura 5). Já no dia 22 de janeiro de 2022 (60 DAP), foi realizada a adubação de cobertura, visando fornecer  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de Nitrogênio via Uréia (Figura 6).



**Figura 5:** Desbaste dos brotos referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 6:** Adubação de cobertura com uréia, aos 60 DAP, referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



#### 4.2. Avaliações

Durante os primeiros 30 DAP, foi avaliada a Velocidade de Emergência (VE) seguindo a metodologia e cálculos específicos. Para essa característica não destrutiva (ND), ao longo do período supracitado, foram realizadas contagens diárias do total de brotos emergidos nas parcelas experimentais. Foram considerados brotos emergidos aqueles observados a partir do rompimento da camada superficial do solo, independentemente do seu tamanho. A partir do cálculo da velocidade de emergência, calculou-se o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), em função da aplicação dos tratamentos (Figura 7).



**Figura 7:** Avaliação do VE e IVE das plantas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



No dia 3 de janeiro de 2022 (45 DAP), foram avaliados tais parâmetros fotossintéticos: taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ ; condutância estomática; concentração interna de  $\text{CO}_2$ ; taxa de fotossíntese; taxa de transpiração; temperatura interna da folha; e eficiência do uso da água. Todos esses dados foram obtidos empregando-se o aparelho IRGA.

Além dessas, foram realizadas quatro avaliações biométricas para a estimativa do crescimento inicial da cana-de-açúcar. Aos 45, 60, 75 e 90 dias após o plantio foi possível mensurar o número de folhas, altura das plantas, diâmetro de colmos, índice de clorofila e número de colmos (Figura 8).

**Figura 8:** Biometria não destrutiva das plantas, referente às avaliações de 45 e 60 DAP no experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



Aos 120 DAP, foram coletadas folhas recém-maduras (folhas +1) para avaliação das características ultraestruturais histológicas e índice de área foliar (IAF). Na ocasião, um fragmento de folha +1 foi retirado do colmo principal em cada parcela experimental. Cada fragmento, destinado à análise morfológica, possuía 5 cm de comprimento extraídos da parte central do limbo. Além disso,

em parte da fração coletada, também foi realizada a impressão nas faces epidérmicas (Figura 9), onde se observou a quantidade de estômatos por  $\text{mm}^2$  e seus diâmetros polares, de acordo com Castro et al. (2009).

Para o IAF (índice de área foliar), foi coletado de forma destrutiva em cada unidade experimental um segmento de folha +1. Cada um possuía comprimento padrão de 10 cm e, ainda frescos, foram levados à estufa de secagem para desidratação com ventilação forçada a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas. Após a secagem, cada segmento foi pesado separadamente. A área foliar foi obtida levando em conta a área dos fragmentos em  $\text{m}^2$ . Por consequência, o índice de área foliar foi calculado através da relação entre a área foliar e o peso dos fragmentos após a secagem em estufa. (HERMANN; CÂMARA, 1999).

**Figura 9:** Decalque da epiderme referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



As amostras destinadas à análise morfológica foram enviadas para o Laboratório de Morfofisiologia Vegetal da FCAT - Faculdade de Ciências Agrárias da Unesp de Dracena - SP. Todo material coletado foi fixado em solução F.A.A. 70 (formaldeído 37%, ácido acético e etanol 70% na proporção de 1,0:1,0:18,0 – V/V). Após 24 horas foi lavado em etanol 70% e armazenado em etanol 70% até a data de realização das análises, segundo Kraus e Arduim (1997).

Todos os fragmentos de tecidos vegetais receberam os procedimentos pertinentes à desidratação, diafanização, inclusão e emblocagem. Com auxílio

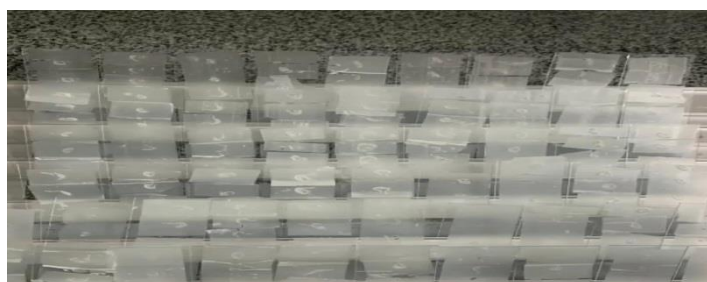
de um micrótomo de mesa Leica contendo lâmina de aço, realizou-se secções transversais de 8  $\mu\text{m}$  em cada fragmento foliar emblocado (Figura 10).

**Figura 10:** Fragmentos emblocados referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



Para a montagem das lâminas histológicas, foram escolhidas as primeiras secções transversais que apresentaram o material mais preservado, sem danos ou injúrias provocadas pelo corte nos tecidos vegetais. Todas as secções escolhidas foram fixadas com adesivo de Mayer, coradas com safranina a 1% e montadas em lâminas e lamínulas com adesivo Entellan (Figura 11).

**Figura 11:** Lâminas prontas para serem coradas, referente ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



Todas as lâminas foram observadas em microscópio óptico Leica, com auxílio de câmera acoplada para realização das fotografias dos cortes. As imagens foram utilizadas para as medições dos parâmetros anatômicos por meio do programa de análise de imagens QWin, calibrado com régua microscópica nos mesmos aumentos das fotografias, segundo metodologia descrita por Pereira et al. (2008).

Nos cortes transversais na região da nervura central das folhas foram observadas as seguintes características morfológicas: espessura do limbo (EL); espessura da epiderme e cutícula abaxial (EECAB); espessura da epiderme e cutícula adaxial (EECAD); área do feixe dos vasos do xilema (AFX); área do feixe dos vasos do floema (AFF) e área total do feixe xilemático e floemático (ATFXF) (Figura 12).

**Figura 12:** Leitura das lâminas morfológicas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



A colheita final do experimento ocorreu no dia 22 de março de 2022, aos 120 DAP. Os vasos foram desmontados, as plantas tiveram suas raízes lavadas e partilhadas em sistema radicular e parte aérea. Com isso, se tornou possível determinar a massa de matéria seca da parte aérea e raízes (Figura 13).

**Figura 13:** Lavagem e secagem das partições das plantas referentes ao experimento de hormônios vegetais na cultura da cana-de-açúcar.



#### 4.3. Análises estatísticas

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Quando encontrados efeitos significativos foram

realizadas análises envolvendo o Teste de Tukey. Todas essas análises foram feitas a partir do software Sisvar.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Velocidade de emergência (VE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Durantes os primeiros 30 dias após a aplicação dos bioestimulantes (DAA) foram realizadas avaliações diárias de emergências de brotações da cana, a fim de se determinar a Velocidade de Emergência (VE) e o Índice de Velocidade de Emergência das plantas, em função da aplicação dos Produtos, conforme demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Velocidade de Emergência (VE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamentos	VE	IVE
T1	17,7 a	5,18 a
T2 (A)	18,2 a	4,41 a
T3 (G)	17,6 a	5,27 a
T4 (C)	17,8 a	5,37 a
T5 (A+G)	17,7 a	5,46 a
T6 (A+C)	17,5 a	5,57 a
T7 (G+C)	17,6 a	5,55 a
T8 (A+G+C)	17,5 a	5,45 a
D.M.S.	1,0223	1,3577
Teste F	1,15 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
CV%	3,38	15,07

A: Auxina; G: Giberelina; C: Citocinina; \* significativo a 5% de significância; \*\*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

Não foi encontrada diferença significativa dentro da velocidade de emergência, assim como em seu índice de velocidade de emergência, resultado esse que corroborou com Bontempo (2016) e Ferreira et al. (2013). A ausência de respostas significativas das culturas aos tratamentos para germinação e crescimento inicial pode ser explicada pelo fato do experimento ter sido conduzido na época de cultivo ideal e em condições climáticas

favoráveis, o que não permitiu que os potenciais efeitos das substâncias pudessem ser percebidos. Portanto, outro resultado poderia ter sido alcançado se as plantas estivessem sido conduzidas sob estresse.

## **5.2. Análises biométricas**

Em relação ao comportamento inicial do crescimento da cana-de-açúcar, foram realizadas quatro avaliações: aos 45, 60, 75 e 90 dias após a aplicação dos bioestimulantes (DAA), visando à determinação do número de colmos, altura de plantas, índice de clorofila (SPAD), e diâmetro dos colmos (Tabela 4).

**Tabela 4:** Número de colmos, altura de plantas, índice de clorofila (SPAD) e diâmetro de colmo da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

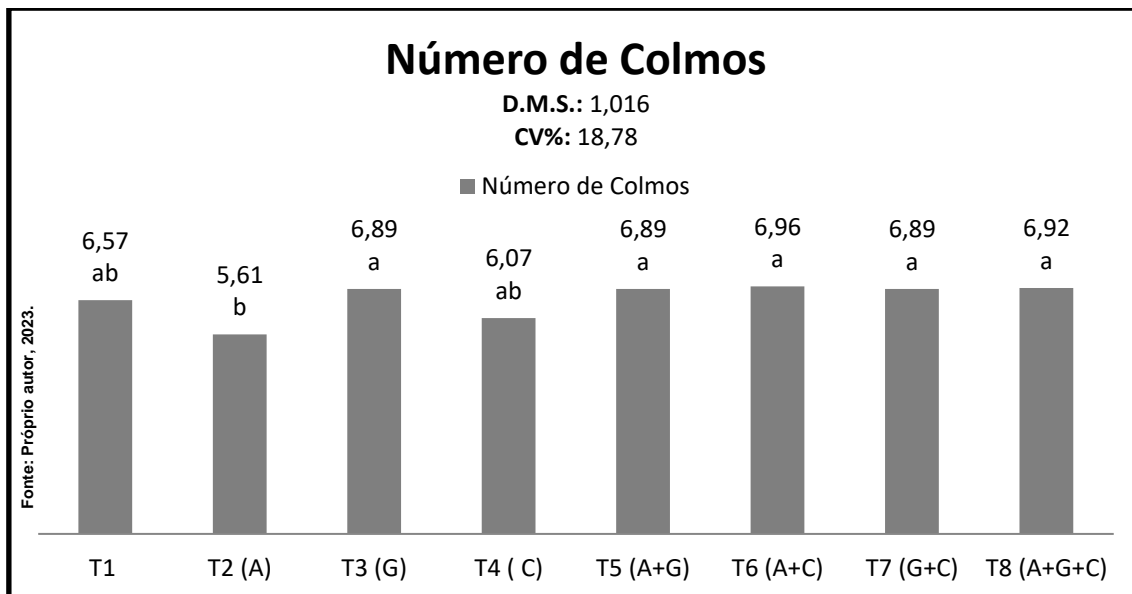
<b>Tratamentos</b>	<b>Nº de Colmos</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>SPAD</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>
<b>T1</b>	6,57 ab	1,64 ab	26,00 a	1,12 ab
<b>T2 (A)</b>	5,61 b	1,70 a	25,96 a	1,14 a
<b>T3 (G)</b>	6,89 a	1,62 ab	25,78 a	0,98 b
<b>T4 (C)</b>	6,07 ab	1,65 ab	25,18 a	1,12 ab
<b>T5 (A+G)</b>	6,89 a	1,69 ab	25,16 a	1,09 ab
<b>T6 (A+C)</b>	6,96 a	1,67 ab	26,66 a	1,04 ab
<b>T7 (G+C)</b>	6,89 a	1,60 b	26,50 a	1,05 ab
<b>T8 (A+G+C)</b>	6,92 a	1,68 ab	26,93 a	1,02 ab
<b>D.M.S.</b>	1,016	0,099	2,788	0,143
<b>Teste F A</b>	4,59**	2,40*	1,02 <sup>ns</sup>	2,87**
<b>Épocas (DAP)</b>				
<b>45</b>	5,39 b	1,37 d	26,94 ab	0,77 c
<b>60</b>	7,00 a	1,47 c	23,58 c	0,81 c
<b>75</b>	7,20 a	1,81 b	25,59 b	1,26 b
<b>90</b>	6,82 a	1,98 a	27,97 a	1,45 a
<b>D.M.S.</b>	0,608	0,059	1,667	0,086
<b>Teste F B</b>	24,54**	315,54**	17,39**	209,25**
<b>Teste F AxB</b>	0,64 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
<b>CV%</b>	18,78	7,28	13,08	16,29

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

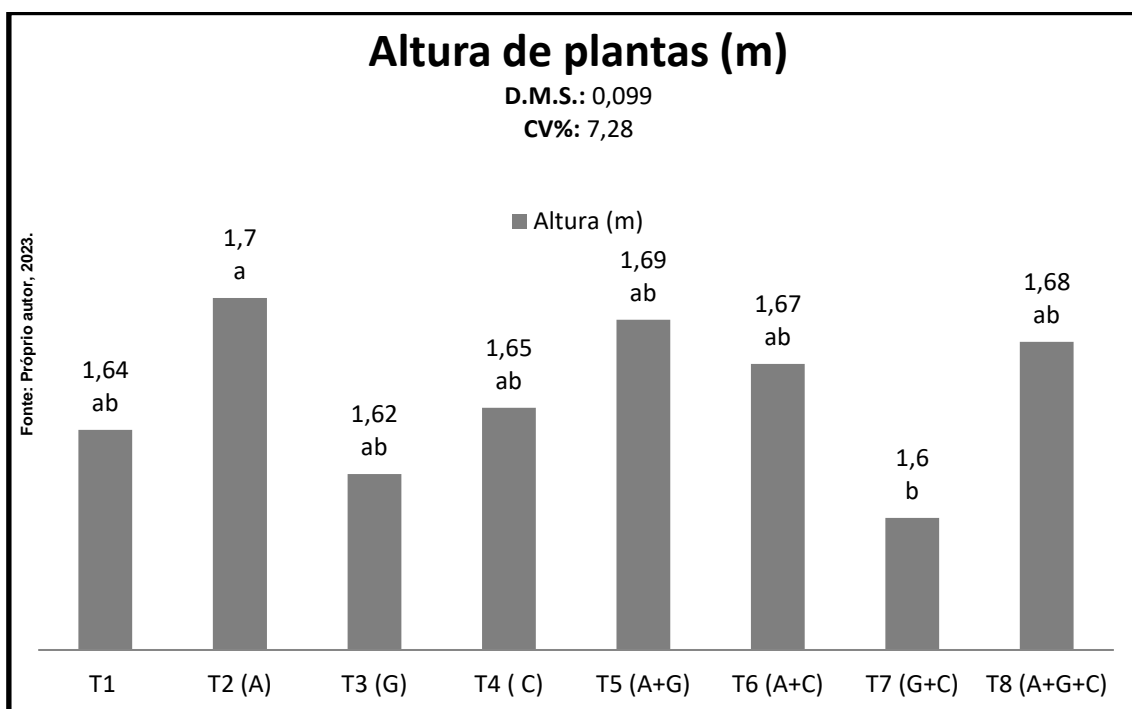
Fonte: Próprio autor, 2023.

Nas figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 podemos visualizar os resultados isolados, o qual é referente ao número de colmos, altura de plantas, índice de clorofila (SPAD) e diâmetro de colmo da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

**Figura 14:** Número de colmos referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos.

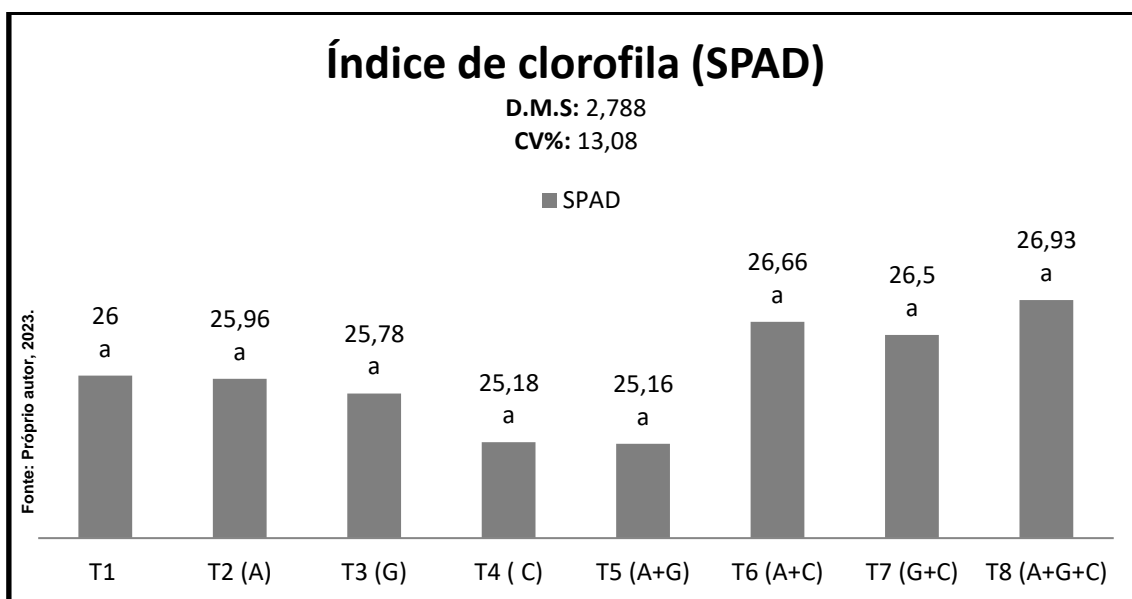


**Figura 15:** Altura de plantas da referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos.

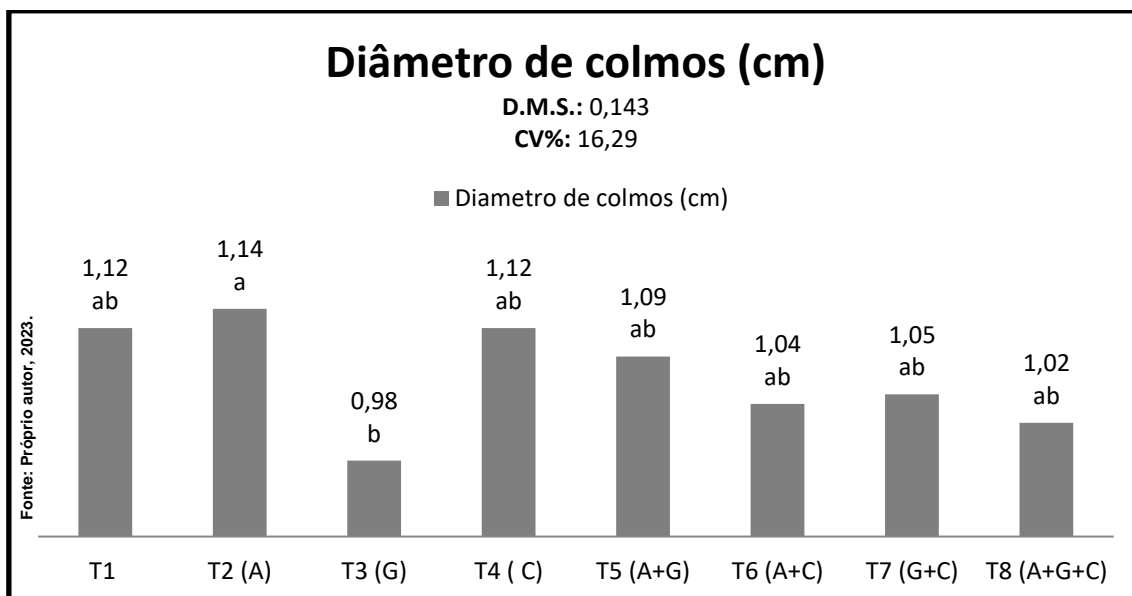




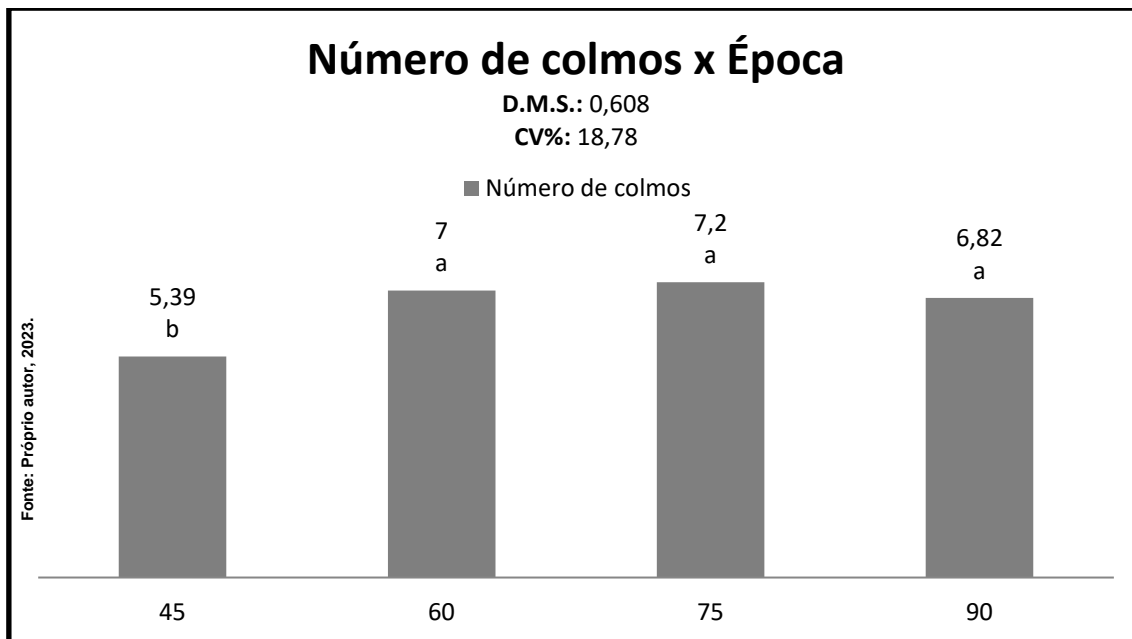
**Figura 16:** Índice de clorofila (SPAD) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos.



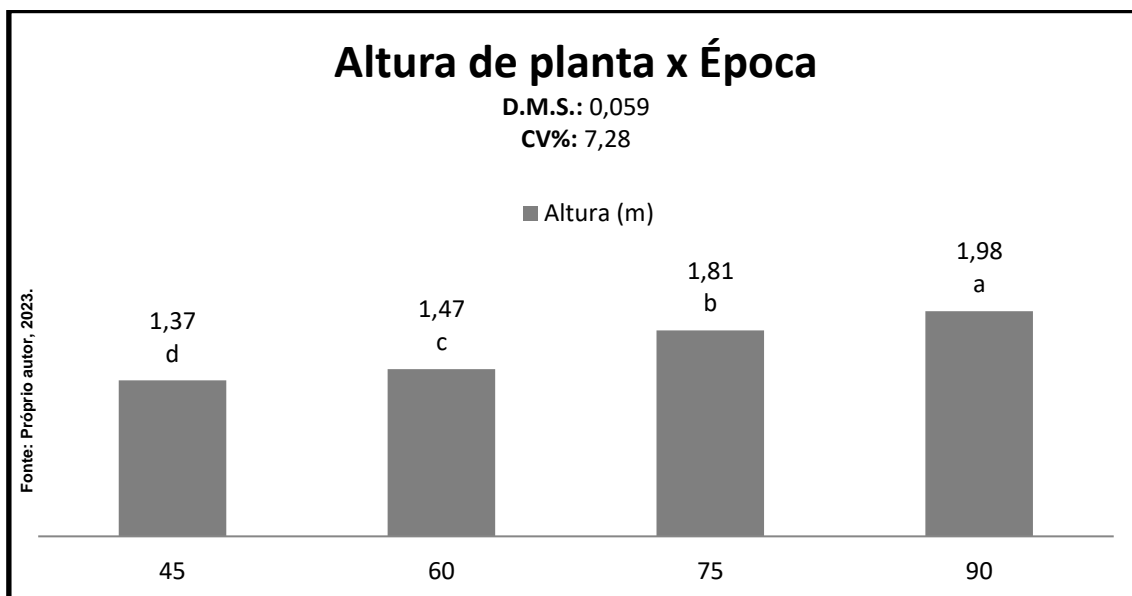
**Figura 17:** Diâmetro de colmos referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos.



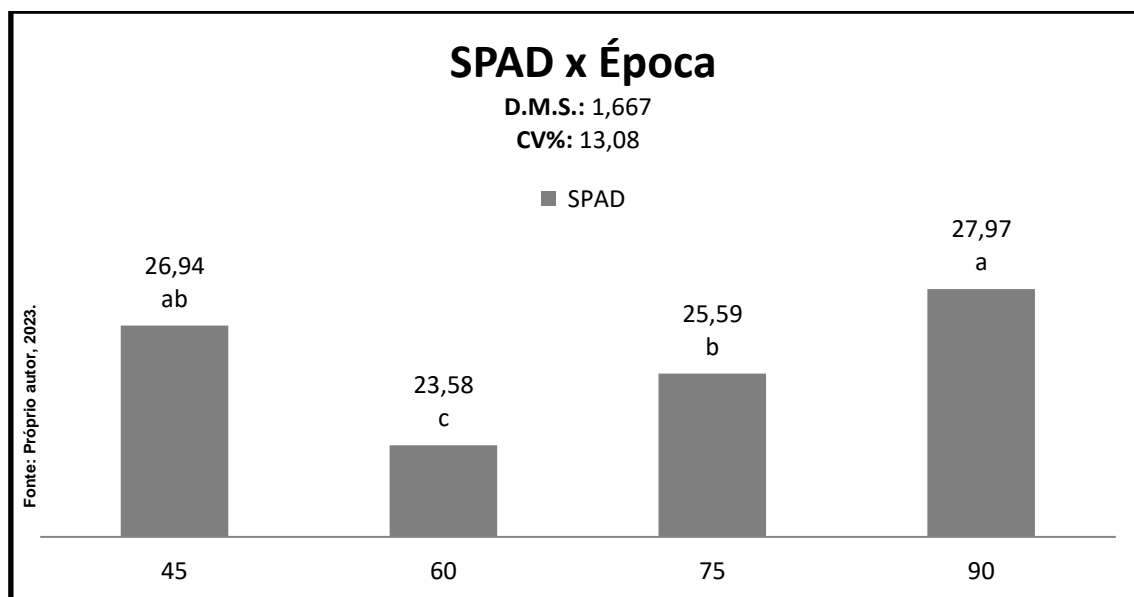
**Figura 18:** Número de colmos avaliados, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



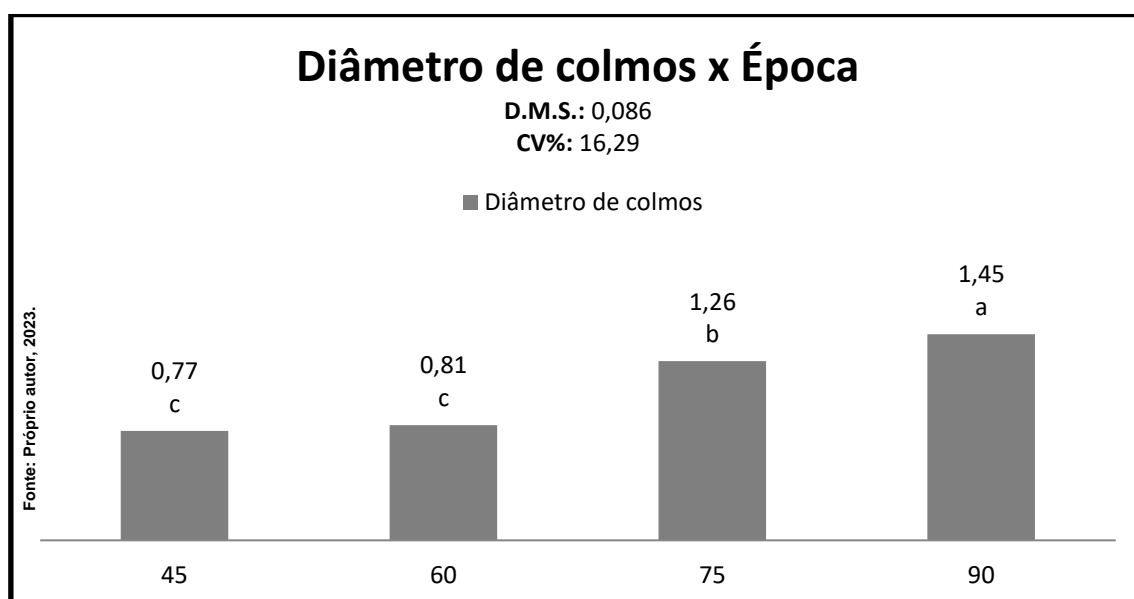
**Figura 19:** Altura de plantas avaliadas, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 20:** Índice SPAD avaliado, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 21:** Diâmetro de colmos avaliados, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



Em cana-de-açúcar, a análise de crescimento tem permitido identificar as melhores fases de desenvolvimento da cultura, sendo que a avaliação das variáveis de crescimento das plantas, como altura, diâmetro de colmo, perfilhamento, área foliar e produtividade, torna possível identificar a

capacidade produtiva de diferentes variedades de cana-de-açúcar (TEIXEIRA; CICERO et al., 2011).

Dentro dos resultados encontrados, podemos notar dados não significativos das médias, dentro de 90 dias, para número de colmos, índice de clorofila e diâmetro de colmos quando levado em consideração a interação entre os fatores (tratamento x época). Esse resultado está em concordância com os autores Kimura e Beauclair (2009), no qual não observaram resultados significativos, correlacionando épocas, em avaliações de perfilhamento após aplicação de alguns bioestimulantes nas gemas nos sulcos do plantio.

Analisando os efeitos principais de tratamento, é possível notar resposta significativa para número de colmos, altura de planta e diâmetro de colmos. Tratando-se de altura de planta, o Tratamento 2 (auxina) se destacou perante os demais. Para a mesma característica, o tratamento que apresentou menor desempenho foi o Tratamento 7 (citocinina+giberelina). O mesmo acontece para diâmetro de colmos, onde o Tratamento 2 (auxina) promoveu maior diâmetro, só que dessa vez, tendo o Tratamento 3 (giberelina) como promotor de menores diâmetros.

De forma similar, o autor Magalhães (2019) atribuiu os valores encontrados para diâmetro e altura da cana-de-açúcar advindo ao tempo de imersão e a uma maior concentração do biorregulador auxina nos tratamentos.

Em contrapartida, para número de colmos, o Tratamento 2 (auxina) apresentou o menor resultado. Isso pode estar relacionado com a dominância apical sinalizada pela auxina, ou seja, a planta destinou seus fotoassimilados para o crescimento apical, produzindo maior altura de plantas, e, conseqüentemente, deixando seu perfilhamento comprometido.

O presente trabalho identificou uma diferença significativa para a interação (tratamento x época) no número de folhas, de acordo com a Tabela 5 e 6 e Figuras 22 e 23.

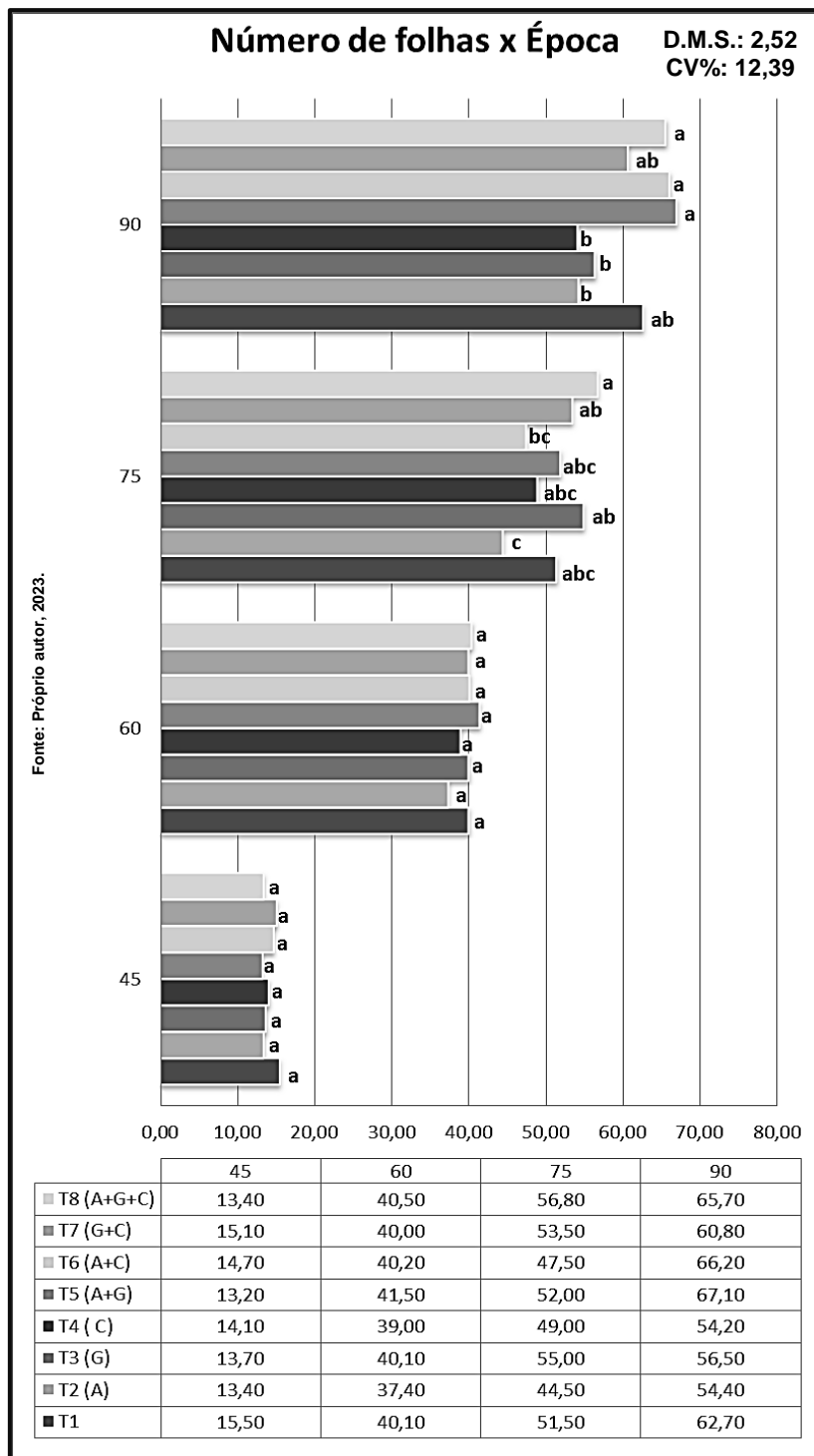
**Tabela 5:** Número de folhas cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação.

<b>Tratamentos</b>	<b>Nº de folhas</b>
T1	42,5 ab
T2 (A)	37,4 c
T3 (G)	41,3 abc
T4 (C)	39,1 bc
T5 (A+G)	43,5 a
T6 (A+C)	42,2 ab
T7 (G+C)	42,3 ab
T8 (A+G+C)	44,1 a
D.M.S.	4,22
Teste F A	5,32 **
<b>Épocas (DAP)</b>	
45	14,1 d
60	39,8 c
75	51,2 b
90	14,1 a
D.M.S.	2,52
Teste F B	861,60**
Teste F AxB	2,36**
CV%	12,39

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

**Figura 22:** Número de folhas avaliadas, em diferentes épocas, referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



**Tabela 6:** Desdobramento do número de folhas da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos e épocas de avaliação. Letras minúsculas são comparadas dentro das colunas e letras maiúsculas comparadas dentro das linhas.

<b>Desdobramento do número de folhas</b>					
	<b>45 DAA</b>	<b>60 DAA</b>	<b>75 DAA</b>	<b>90 DAA</b>	<b>Teste F</b>
<b>T1</b>	15,5 aD	40,1 aC	51,5 abcB	62,7 abA	<b>107,43**</b>
<b>T2 (A)</b>	13,4 aD	37,4 aC	44,5 cB	54,4 bA	<b>80,56**</b>
<b>T3 (G)</b>	13,7 aC	40,1 aB	55 abA	56,5 bA	<b>104,05**</b>
<b>T4 (C)</b>	14,1 aC	39 aB	49 abcA	54,2 bA	<b>83,68**</b>
<b>T5 (A+G)</b>	13,2 aD	41,5 aC	52 abcB	67,1 aA	<b>136,12**</b>
<b>T6 (A+C)</b>	14,7 aD	40,2 aC	47,5 bcB	66,2 aA	<b>120,31**</b>
<b>T7 (G+C)</b>	15,1 aD	40 aC	53,5 abB	60,8 abA	<b>106,78**</b>
<b>T8 (A+G+C)</b>	13,4 aD	40,5 aC	56,8 aB	65,7 aA	<b>139,22**</b>
<b>Teste F</b>	<b>0,2<sup>ns</sup></b>	<b>0,39<sup>ns</sup></b>	<b>4,32**</b>	<b>7,49**</b>	

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

Avaliando-se o efeito simples dos tratamentos nas épocas de 45 DAA e 60 DAA, não foi observada diferença significativa quanto ao número de folhas. Já na época de 75 DAA houve diferença significativa, onde o Tratamento 8 (auxina + citocinina + giberelina) resultou em maior número de folhas. O mesmo acontece para época de 90 DAA, entretanto o melhor desempenho ocorreu em virtude de tratamentos que continham a associação de auxina junto a um ou dois hormônios.

Observando-se as épocas, como era de se esperar, houve diferença significativa entre elas. Na fase inicial da cana-de-açúcar, há um incremento de folhas com o decorrer do tempo, onde há uma tendência das épocas mais tardias apresentarem maior número de folhas em comparação com a fase juvenil.

Ferreira e Bolonhezi (2013) fizeram uso dos reguladores vegetais RVs - ácido indol-butírico (análogo à auxina), cinetina (análogo à citocinina) e ácido giberélico (análogo à giberelina) em oito cultivares de cana-de-açúcar e

verificaram que a aplicação de reguladores vegetais no sulco de plantio promoveu o aumento no número de folhas.

### 5.3. Parâmetros fisiológicos

Aos 45 DAA foram determinados os parâmetros fisiológicos: Carbono interno (CI); Temperatura foliar (TLEAF); Taxa fotossintética (AA); Transpiração (EE); Condutância estomática (GS) e Eficiência do uso da água (EUA), utilizando-se o aparelho IRGA, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7:** CI, TLEAF, AA, EE, GS e EUA da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos.

Tratamentos	CI	TLEAF	AA	EE	GS	EUA
	mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	°C	mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-3</sup>	mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-2</sup>	µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-2</sup>	µmol CO <sub>2</sub> <sup>2</sup> mmol H <sub>2</sub> O <sup>-1</sup>
<b>T1</b>	237,94 a	32,71 a	7,41 a	1,51 a	0,100 a	5,09 a
<b>T2 (A)</b>	223,03 a	32,96 a	7,94 a	1,51 a	0,097 a	5,37 a
<b>T3 (G)</b>	241,60 a	33,01 a	8,51 a	1,76 a	0,120 a	5,12 a
<b>T4 (C)</b>	246,14 a	32,82 a	7,07 a	1,43 a	0,096 a	5,16 a
<b>T5 (A+G)</b>	222,46 a	33,23 a	8,74 a	1,63 a	0,107 a	5,57 a
<b>T6 (A+C)</b>	205,37 a	33,11 a	9,00 a	1,50 a	0,100 a	6,05 a
<b>T7 (G+C)</b>	245,03 a	33,22 a	6,90 a	1,49 a	0,093 a	4,88 a
<b>T8 (A+G+C)</b>	221,71 a	33,02 a	7,09 a	1,33 a	0,081 a	5,88 a
<b>D.M.S.</b>	84,389	0,886	3,814	0,629	0,058	2,767
<b>Teste F</b>	0,59 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
<b>CV%</b>	21,49	1,58	28,56	24,31	34,00	30,12

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

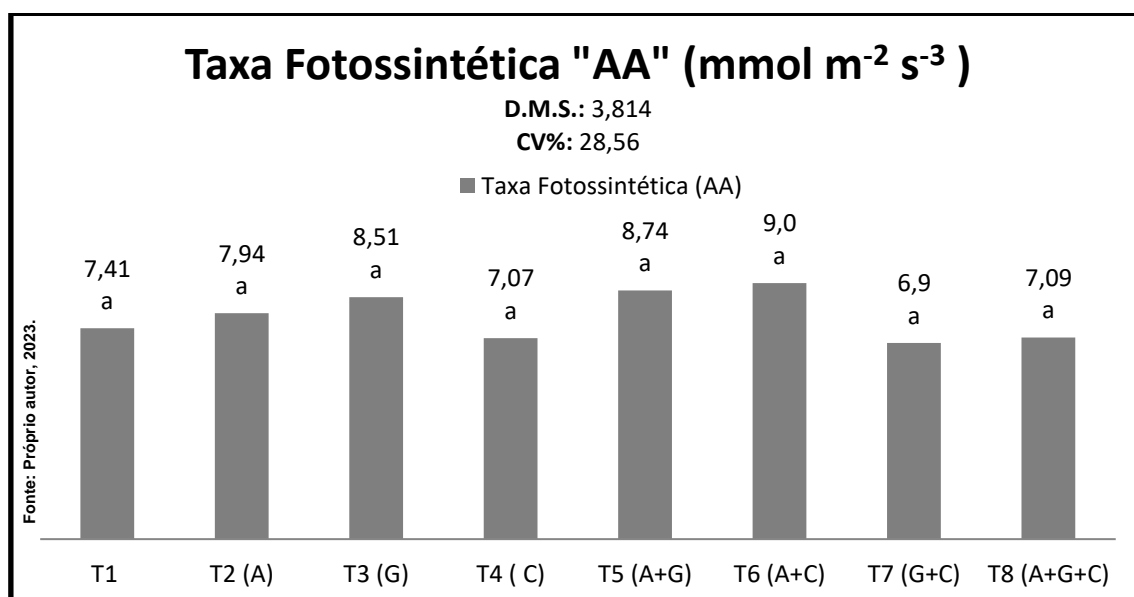
Não foi obtida diferença significativa entre os parâmetros fisiológicos no presente experimento. Porém, Filho e Lins (2011), ao avaliarem os aspectos ligados à fisiologia da cana-de-açúcar sob estresse hídrico, observaram diferença significativa aos 118 DAP na taxa fotossintética, eficiência do uso da água e condutância estomática quando comparados aos tratamentos envolvendo a aplicação de bioestimulantes e o controle. Médias superiores



foram obtidas envolvendo os tratamentos que possuíam a aplicação dos fitohormônios sintéticos.

De acordo com a Figura 23, pode-se visualizar o resultado referente à Taxa Fotossintética (AA) de forma isolada.

**Figura 23:** Taxa fotossintética (AA) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar, em função da aplicação dos tratamentos.



#### 5.4. Parâmetros morfoestruturais

No momento da colheita, foram coletados fragmentos do terço central da folha +1 das plantas para mensuração da espessura da epiderme associada à cutícula adaxial (EECAD), espessura da epiderme associada à cutícula abaxial (EECAB), espessura do limbo (EL), área do feixe xilemático total (AFXT), área do feixe floemático (AFF) e área total do feixe floemático e xilemático (ATFXF), segundo apontado na Tabela 8.

**Tabela 8:** EECAD, EECAB, EL, AFXT, AFF e ATFXF da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos.

Tratamentos	EECAD µm	EECAB µm	EL µm	AFXT µm	AFF µm	ATFXF µm
<b>T1</b>	41,76 a	123,30 a	1439,71 bc	5397,76 a	2043,86 ab	7299,13 a
<b>T2 (A)</b>	41,05 a	118,32 a	1339,86 cd	4429,80 a	1969,18 ab	6398,98 a
<b>T3 (G)</b>	39,95 a	113,87 a	1598,00 ab	4463,20 a	2032,42 ab	6495,63 a
<b>T4 (C)</b>	35,29 a	111,85 a	1593,00 ab	4850,56 a	2182,39 ab	7032,95 a
<b>T5 (A+G)</b>	43,43 a	119,18 a	1599,71 ab	4843,90 a	1972,29 ab	6816,19 a
<b>T6 (A+C)</b>	44,67 a	122,75 a	1661,86 a	4852,22 a	1791,40 b	6643,62 a
<b>T7 (G+C)</b>	41,72 a	110,27 a	1310,14 cd	4390,79 a	2275,61 a	6666,40 a
<b>T8 (A+G+C)</b>	36,66 a	116,13 a	1242,86 d	4399,89 a	1865,79 ab	6265,68 a
<b>D.M.S.</b>	10,353	25,719	184,261	1323,426	444,949	1395,121
<b>Teste F</b>	1,92 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	15,25 <sup>**</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	2,51 <sup>*</sup>	1,19 <sup>ns</sup>
<b>CV%</b>	15,07	12,98	7,25	16,61	13,03	12,29

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\* significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

Segundo Pincelli (2012), espessura do limbo é um parâmetro com relação direta à espessura do mesófilo e das epidermes, que juntamente com a espessura da epiderme e cutícula da face abaxial facilita a adaptação da planta ao meio para que a mesma tenha capacidade de reter mais líquido, principalmente em situações de estresse hídrico.

A facilidade de transporte de água e sais minerais para toda a planta ajuda no seu desenvolvimento e no aproveitamento de suas funções nutritivas. Sabendo disso, uma maior espessura do feixe xilemático é essencial para o transporte de maior volume de água e sais minerais.

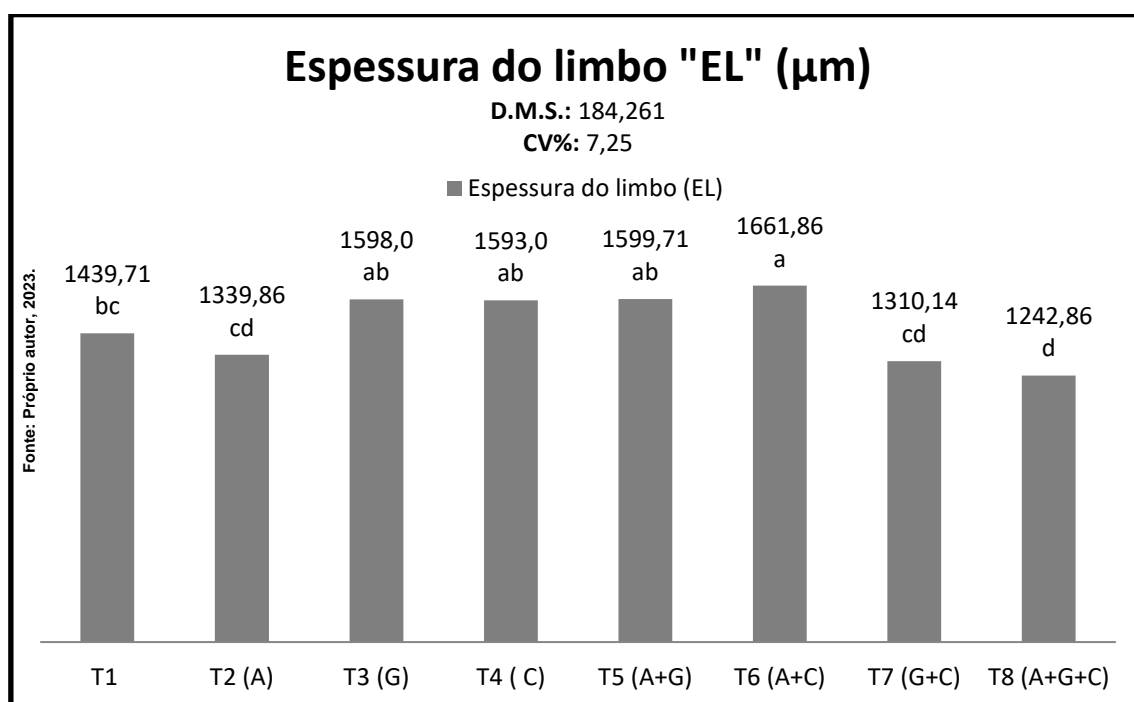
O Tratamento 6 (auxina + citocinina) se destacou perante os demais quanto a espessura do limbo (EL). Isso significa que o vegetal, com a presença dos reguladores vegetais citados acima, pode ter investido em produção de matéria seca relativa à espessura foliar. Possivelmente, em uma situação de

estresse, seria uma planta com maior capacidade de resistência. Entretanto, para essa característica, a associação tripla de hormônios (Tratamento 8) resultou em espessuras de limbo foliar menores. Provavelmente, a espessura foliar mais fina está relacionada com a alta produção de número de folhas, ocasionada pela aplicação do tratamento de associação completa entre os reguladores vegetais. Nessas condições, a planta gastou mais energia para produzir biomassa, tendo como consequência espessura de limbo mais delgada.

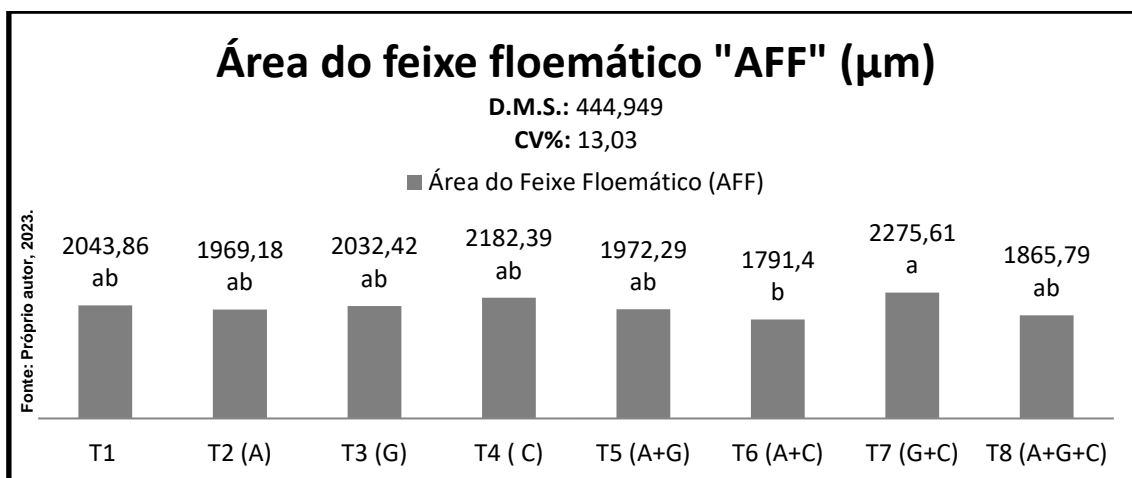
Para área do feixe floemático (AFF), o Tratamento 7 (giberelina + citocinina) resultou em maior valor quando comparado com os demais tratamentos.

Conforme já mencionado, a citocinina promove divisão (citocinese) e expansão celular, pois está envolvida na incorporação de materiais na parede celular, aumentando a sua plasticidade. Possivelmente, a citocinina contida nesses tratamentos influenciou no aumento de EL (espessura do limbo) e AFF (área do feixe floemático).

**Figura 24:** Espessura do limbo (EL) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 25:** Área do feixe floemático (AFF) referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



### 5.5. Análise estomática e índice de área foliar

Aos 120 DAP, foram coletadas folhas recém-maduras (folhas +1) para avaliação da análise estomática e determinação do índice de área foliar (IAF). Na ocasião, foi coletado um fragmento de folha +1 com o intuito de quantificar a quantidade de estômatos por  $\text{mm}^2$ , seus diâmetros polares e o índice de área foliar (IAF), conforme apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9:** Número de estômatos (NE), diâmetro polar abaxial (DPAB), diâmetro equatorial abaxial (DEAB) e índice de área foliar (IAF) da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos.

Tratamentos	NE	DPAB ( $\mu\text{m}$ )	DEAB ( $\mu\text{m}$ )	IAF
<b>T1</b>	16,14 a	11,24 a	24,87 a	100,82 a
<b>T2 (A)</b>	17,28 a	11,56 a	24,80 a	108,46 a
<b>T3 (G)</b>	16,28 a	11,33 a	25,46 a	122,77 a
<b>T4 (C)</b>	16,86 a	12,24 a	25,76 a	100,23 a
<b>T5 (A+G)</b>	16,86 a	11,21 a	24,06 a	114,16 a
<b>T6 (A+C)</b>	17,43 a	11,62 a	25,24 a	109,47 a
<b>T7 (G+C)</b>	17,43 a	11,14 a	25,10 a	110,38 a
<b>T8 (A+G+C)</b>	18,71 a	11,06 a	25,06 a	111,63 a
<b>D.M.S.</b>	4,489	1,505	3,592	25,941
<b>Teste F</b>	0,66 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>
<b>CV%</b>	15,38	7,73	8,41	13,87

A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \*\* significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5% de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

O presente trabalho não apresentou diferença significativa em relação ao índice de área foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al. (2008), relatando que a área foliar não foi influenciada pelos tratamentos quando comparado o IAF do tratamento em relação ao controle, principalmente quando tratadas com associação tripla entre os hormônios.

Tratando-se da análise estomática, Arias et al. (1986) mostraram a influência da deficiência hídrica nas trocas gasosas e quantidade de estômatos em cana-de-açúcar. Como o desenvolvimento deste estudo ocorreu sob condições hídricas favoráveis, ou seja, sem o advento citado anteriormente, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos mediante a esse parâmetro, como observado na Tabela 9.

### 5.6. Parâmetros produtivos

Por ocasião da colheita, foram determinadas as massas das matérias secas da parte aérea e das raízes, sendo possível estimar a massa da matéria seca total das plantas, em função da aplicação dos Produtos, conforme apresentado na Tabela 10 e Figuras 26 e 27.

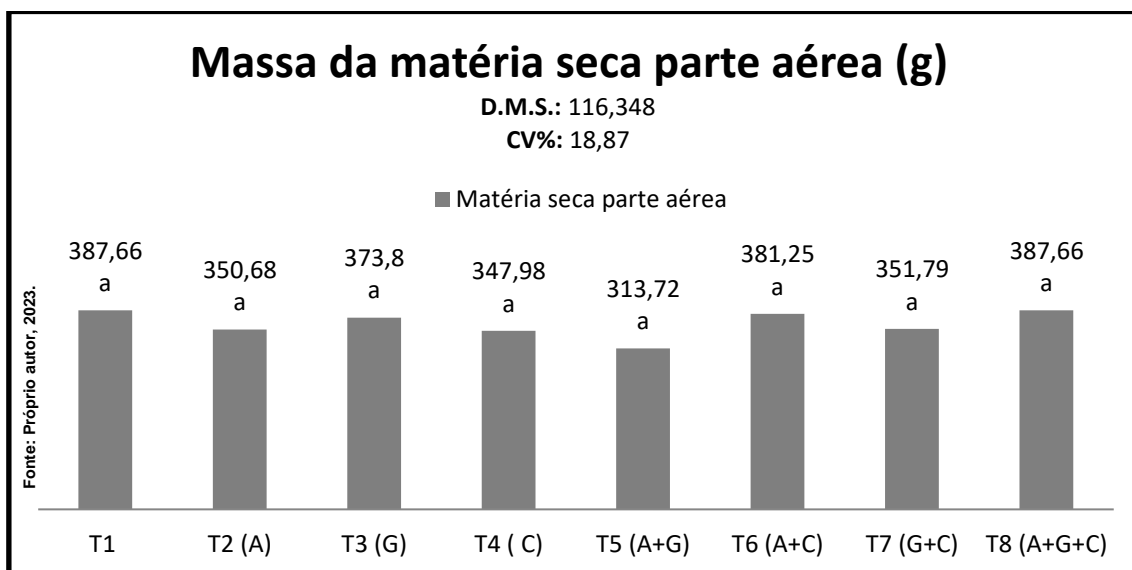
**Tabela 10:** Matéria seca da parte aérea e radicular da cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos.

Tratamentos	Matéria seca parte aérea	Matéria seca raiz
T1	387,66 a	242,26 a
T2 (A)	350,68 a	233,83 a
T3 (G)	373,80 a	274,38 a
T4 (C)	347,98 a	263,88 a
T5 (A+G)	313,72 a	232,83 a
T6 (A+C)	381,25 a	262,58 a
T7 (G+C)	351,79 a	252,09 a
T8 (A+G+C)	387,66 a	244,72 a
D.M.S.	116,348	106,775
Teste F	0,98 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
CV%	18,87	24,97

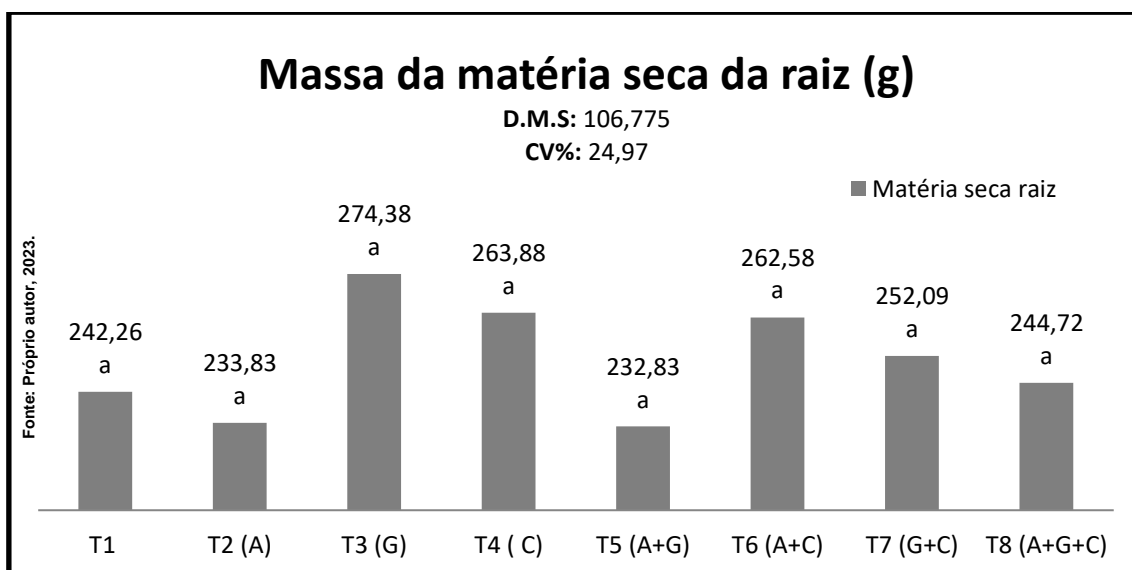
A: Auxina; G: Giberelina; C: *Citocinina*; \* significativo a 5% de significância; \* \*significativo a 1% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Fonte: Próprio autor, 2023.

**Figura 26:** Massa da matéria seca da parte aérea referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



**Figura 27:** Massa da matéria seca da raiz referente ao experimento de bioestimulante na cultura da cana-de-açúcar.



Não se observou efeito significativo para todos os tratamentos em comparação com o tratamento controle. Possivelmente, esse resultado pode ter ocorrido porque, aos 120 DAP, a planta ainda não havia atingido o seu pico máximo de crescimento, podendo ainda estar sob influência das reservas do tolete, o que estaria equiparando os tratamentos. Dessa forma, sugere-se que uma diferença significativa entre os tratamentos possa ser manifestada em estágios mais avançados de crescimento e desenvolvimento da cultura.

Wanderley Filho (2011) encontrou resultados semelhantes ao avaliar a massa da matéria seca da folha e do colmo trabalhando com a variedade RB92579 aos 124 DAP. O autor considerou em seu trabalho que a planta ainda estava sofrendo influência das reservas do rebolo e que não havia estabelecido seu crescimento máximo.

Entretanto, Sousa et al. (2021), notaram diferença significativa na matéria seca das raízes quando tratadas com auxina e giberelina durante o plantio dos minitoletes.

## **6. CONCLUSÃO**

A aplicação de hormônios de forma isolada ou combinada não promoveu ganhos em relação aos parâmetros fisiológicos, velocidade de crescimento e produção de matéria seca das plantas de cana-de-açúcar em desenvolvimento inicial.

A presença de auxina de forma isolada proporcionou maior altura de plantas e diâmetro de colmos. Quando associada com outros reguladores resultou em maior número de folhas e espessura do limbo foliar.

Por fim, a presença de giberelina associada com citocinina promoveu uma maior área do feixe floemático das plantas de cana-de-açúcar.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A.R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Efeito do ácido indolbutírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes épocas do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.36,n.78,p-151-156, 2008.

ARAUJO, R. B. D. **Avaliação de diferentes tipos de propágulos no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2015. 37f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

ARIAS, M. I. B.; DELGADO, E. O.; CARMENATE, R. V. **Cambios fisiológicos de la caña de azúcar ante el déficit hídrico**. 1.ed. México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996. 135p.

BONTEMPO, A, F. et al. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 86-93, 2016.

CAMPOS, M. F. D.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.

CASTRO, E.M.; PEREIRA, F.J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal**: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, P.R.C; VIEIRA, E.L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.222-228, 2001.]

CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A Reference Study for the Regulation of Genetically Modified Cultivars in Brazil. **Tropical plant biology**, Berlin, v. 4, n. 1, p 62-89, 2011.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Madrid: Piramide, 2001. 566p. .

COSTA, N. L. **Bioestimulante como Fator de Produtividade da Cana-de-Açúcar**. Embrapa, 2010. Disponível em:



[www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/878849/1/ClicNews20104.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/878849/1/ClicNews20104.pdf). Acesso em: 08 mai. 2023

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: **Plant hormones**. Springer; 2010: 1–15.

FERREIRA, M. M. R.; FERREIRA, L. H. Z.; BOLONHEZI, A. C. Reguladores vegetais aplicados no sulco de plantio em cultivares de cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 59-64, 2013.

FIGUEIREDO P., et al. **Cana-de-açúcar**. 6ª Edição. Campinas: IAC (IAC. Boletim 200), 1995.

GEHLOT, A.; GUPTA, R. K.; TRIPATHI, A.; ARYA, I. D.; ARYA, S. Vegetative propagation of *Azadirachta indica*: effect of auxin and rooting media on adventitious root induction in mini-cuttings. **Advances in Forestry Science**, Sinop, v.1, n. 1, p. 1-9, 2014.

HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E.; LOCKER, W. Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants. 2.ed. New Jersey: **Regents Prentice Hall**, 1988, 674p.

HERMANN, E. R.; CÂMARA; G. M. S. **Um método simples para estimar a área foliar da cana-de-açúcar**. STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 17, p. 32-34, 1999.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, London, v. 92, p. 185–202, 2005.

KIMURA, W.J.; BEAUCLAIR, E.G.F. **Resposta da brotação a diferentes bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba; ESALQ, 2009. 2p.

KOHATSU, D. S.; ONO, E. O.; EVANGELISTA, R. M.; KLEIN, J. Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de Melão rendilhado. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 1, n. 2, p. 48-57, 2012.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.

LETHAM, D. S.; MILLER, C. O. Identity of kinetin like factors from *Zeamays*. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 6, p. 335-359, 1965.

MAGALHÃES, W. A. **Aplicação do biorregulador no desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar obtidas por diferentes formas no sistema de mudas pré-brotadas (mpb)**. 2019, 37 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2019

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

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, DF, v. 34, n. 10, p. 1855-1863, 1999.

MENDES, L. S. **Efeitos de ethephon e giberelina no desenvolvimento inicial e em alguns parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar**. 2010, 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2010.

NUNES, J. D. Efeitos da aplicação de giberelina em cana-de-açúcar. In: 12<sup>o</sup> PRODUTIVIDADE & REDUÇÃO DE CUSTOS DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA, 12., Ribeirão Preto. **Anais [..]** Ribeirão Preto: Grupo IDEA. 2013

PACURAR, D. I., PERRONE, I., BELLINI, C. Auxin is a central player in the hormone cross-talks that control adventitious rooting. **Physiologia plantarum**, Oxford, v. 151, n. 1, p. 83-96, 2014.

PARADIKOVIĆ, N.; TEKLIĆ, T.; ZELJKOVIĆ, S.; LISJAK, M.; ŠPOLJAREVIĆ, M. Biostimulants research in some horticultural plant species: A review. **Food and Energy Security**, Birmingham, v. 8, n. 2, e00162, 2019

PEIXOTO, C. P. Curso de fisiologia vegetal. Apostila de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Centro de Ciências agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas: UFRB, 2011. 177 p.

PEIXOTO, C. P. **Curso de fisiologia vegetal**. Apostila de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Centro de Ciências agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas: UFRB, 2011. 177 p.

PEREIRA, F.J.; CASTRO, E.M.; SOUZA, T.C.; MAGALHÃES, P.C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p.1649-1656, 2008.

PINCELLI, R.P.; SILVA, M. de A., 2012. Alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica . **Bioscience Journal** [online], vol. 28, no. 4, pp. 546–556.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2<sup>a</sup> ed. Instituto Agrônomo de Campinas - IAC.Campinas. 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

ROSSETTO, R. **Manejo tecnológico da cultura da cana-de-açúcar para alta produtividade**. Ribeirão Preto: APTA, 2015. Disponível em: Acesso em: 08 mai. 2023.

SEGATTO, F.B.; BISOGNIN, D.A.; BENEDETTI, M.; COSTA, L.C.; RAMPELOTTO, M.V.; NICOLOSO, F.T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. **Ciência Rural**. Santa Maria, 34: 1597-1601. 2004.

SOUSA, B, T. et al. Reguladores vegetais na propagação de cana-de-açúcar por mini-toletes. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.I.], v. 37, n. 73, p. 11-25, dez. 2021. ISSN 2596-2809.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 913p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, Artmed, 3ª ed 2006. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEIXEIRA, C. et al. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 56-63, 2011.

União da Agroindústria Canavieira de São Paulo – UNICA. **A alta competitividade canavieira do Estado de São Paulo**. Disponível em: [http://www.unica.com.br/pages/agroindustria\\_alta.asp](http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp). Acesso em 08 de maio de 2023.

VASCONCELOS, A.C.F de. Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja. 2006. 111f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

VIEIRA, E,L; MONTEIRO, C,A. (2002) Hormônios vegetais. In: Introdução à fisiologia vegetal. Maringá, **Eduem**. p.79-104.

VIEIRA, E, L; SOUZA, G, S; SANTOS, A, R; SANTOS SILVA, Jain dos. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.

VIEIRA, G. E. G.; NUNES, A. P.; TEIXEIRA, L.F.; COLEN, A. G. N. Biomassa: uma visão dos processos de pirólise. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 15, n. 24, p. 105–212, 2014

WANDERLEY F. H. C. de L. **Uso de bioestimulantes e enraizadores no crescimento inicial e tolerância à seca em cana-de-açúcar**. 2011. 46 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

WEKESA, R.; ONGUSO, J. M.; NYENDE, B. A.; WAMOCHO, L. S. Sugarcane in Vitro Culture Technology: Applications for Kenya's Sugar Industry. **Journal of Biology**, Agriculture and Healthcare. São Paulo, v. 5, n. 17, p. 127-134, 2015.

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 7, 2017.