

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**WILLIAM SALES DEFENSOR**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CANA DE AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE  
BIOESTIMULANTE, MICRONUTRIENTES E HIDRORRETENTOR**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2023**

**WILLIAM SALES DEFENSOR**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CANA DE AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE  
BIOESTIMULANTE, MICRONUTRIENTES E HIDRORRETENTOR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Uberlândia  
(UFU), como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo

**Orientador:** Prof. Dr. Hamilton Kikuti

**UBERLÂNDIA – MG**

**2023**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este presente trabalho, a Deus, pois sem ele nada disso seria possível.

A minha família, por me proporcionar todo o apoio suficiente.

Ao meu Orientador e a todos os professores e amigos que estiveram comigo em toda minha trajetória estudantil.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho representa a realização de um grande sonho, sonho esse que não foi desejado só por mim, mais por todos que estavam em minha volta. Só Deus e eu sabemos por todos os percalços que passei para chegar até aqui. E é com o sentimento de vitória, que Agradeço a minha Noiva, por todos os puxões de orelha e por toda força, que apesar dos obstáculos, nunca me deixou desistir desse sonho. Agradeço ao meu Pai, por sempre ser essa força que me protege e me ampara em todos os momentos. A minha Mãe por todo carinho, amor, dedicação e oração que fez por mim, tenho certeza que da onde ela estiver, é meu maior anjo da guarda. A minha irmã e sobrinhas por ser minha visão de esperança e amparo.

Muito Obrigado Deus. Que o Senhor possa sempre me conceder a serenidade necessária para passar por qualquer desafio. A coragem para que eu possa seguir sempre em frente com os meus objetivos. E sabedoria para que eu possa sentir o prazer de viver em todas as etapas que me esperam.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Aspectos botânicos e fisiológicos da cana-de-açúcar .....	9
2.2 Importância econômica da cultura da cana-de-açúcar .....	10
2.3 Mudanças Pré-Brotadas (MPB).....	11
2.4 Bioestimulantes .....	12
2.5 Micronutrientes .....	13
2.6 Condicionadores de solo .....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>

## RESUMO

DEFENSOR, William Sales. **Produtividade e qualidade da cana de açúcar em função de bioestimulante, micronutrientes e hidrorretentor.** 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 2022.

No Brasil, os constantes aumentos em produção e produtividade de cana-de-açúcar estão vinculados à adequação dos processos de mecanização no plantio e colheita da cultura, bem como na busca por técnicas e tecnologias que tornem os canaviais mais eficientes. Nesse sentido torna-se essencial o conhecimento dos efeitos de produtos como os bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes no cultivo da cana-de-açúcar. Diante disso, objetivou-se determinar a relevância da utilização dos bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, variedade RB 855453. A atividade de pesquisa foi realizada a campo, no Campus Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG. A implantação ocorreu em 24 de março de 2018, utilizando o delineamento de blocos casualizados, composto por 5 tratamentos: T1- Testemunha; T2 - Bioestimulante (B); T3- Hidrorredentor (H); T4- Micronutrientes (M); T5- Completo (B + H + M) aplicados no sulco de plantio, e quatro repetições. As variáveis analisadas foram: números de colmo, produtividade, graus brix de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e posteriormente realizou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O uso do Stimulate®, Booster® ou UPDT® de forma isolada ou associada não apresentam influência na produtividade e propriedades das mudas de cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** *Saccharum ssp.*; Condicionadores de Solo, Reguladores de Crescimento, Brix.

**ABSTRACT**

DEFENSOR, William Sales. **Productivity and quality of sugarcane as a function of biostimulant, micronutrients and hydrotentor.** 29 f. Final Paper (Graduation in Agronomy) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil, 2022.

In Brazil, the constant increases in sugarcane production and productivity are linked to the adequacy of mechanization processes in the planting and harvesting of the crop, as well as in the search for techniques and technologies that make sugarcane plantations more efficient. In this sense, it is essential to know the effects of products such as biostimulants, hydrogel and micronutrients in the cultivation of sugarcane.

Therefore, the objective was to determine the relevance of the use of biostimulants, hydrogel and micronutrients in pre-sprouted seedlings of sugarcane, variety RB 855453. The research activity was carried out in the field, at the Glória Campus, of the Federal University of Uberlândia, in Uberlândia-MG. The implementation took place on March 24, 2018, using a randomized block design, consisting of 5 treatments: T1- Control; T2 - Biostimulant (B); T3- Hydroredeemer (H); T4- Micronutrients (M); T5- Complete (B + H + M) applied in the planting furrow, and four replications. The variables analyzed were: stem numbers, productivity, brix degrees of pre-sprouted sugarcane seedlings. The results obtained were submitted to analysis of variance and then the comparison of means was performed by Tukey's test at the level of 5% significance. The use of Stimulate®, Booster® or UPDT® alone or in association has no influence on the productivity and properties of sugarcane seedlings.

**Keywords:** *Saccharum ssp.*; Soil Conditioners, Growth Regulators, Brix.

## 1 INTRODUÇÃO

Hodiernamente, o Brasil possui o título de maior produtor mundial de cana de açúcar (*Saccharum spp.*). Na safra 2021/22 os números foram surpreendentes, com produção de 592 milhões de toneladas produzidas em 8,6 milhões de hectares. Com as maiores áreas de cultivo concentradas no sudeste do país, 5,4 milhões de hectares, temos como destaque o estado de São Paulo que corresponde a aproximadamente 51,5% da área total nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2022).

No cenário socioeconômico brasileiro, trata-se de uma das principais matérias primas utilizadas pela indústria sucroenergética para a produção de energia através de suas fibras, açúcar e etanol que se tornou uma opção viável e lucrativa pela a ascensão dos carros movidos a álcool na última década. Os fatores que mais influenciam direta ou indiretamente no desenvolvimento e produtividade da cultura, destacam-se a seleção, tratamento e o uso de mudas de cana (AFERRI; XAVIER; PEREIRA, 2016).

Com o desenvolvimento tecnológico possibilitando operações mecanizadas no plantio, novas práticas vêm sendo utilizadas visando a redução das falhas e o incremento no estabelecimento da cultura e da produtividade (SILVA NETO; ROCHA; CASTRO, 2022). Dentre estas técnicas estão o uso de Mudas Pré-Brotadas (MPB), bioestimulantes, micronutrientes e condicionadores de solo ( TORSIAN et al., 2021). O uso de MPB pode reduzir em até 90% o uso de matéria prima, quando comparado com o sistema convencional, diminuindo de 20 toneladas de mudas, para apenas 2 toneladas (OLIVEIRA et al., 2018; SILVA NETO; ROCHA; CASTRO, 2022).

Os bioestimulantes, em sua grande maioria são compostos por macro e micronutrientes, aminoácidos, sais minerais e vitaminas associadas a biorreguladores. Em alguns casos podem conter hormônios que atuam no controle hormonal das plantas favorecendo o potencial genético, capazes de modificar e induzir o crescimento e desenvolvimento vegetal através da divisão celular (BULGARI et al., 2018; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Para completar seu ciclo de vida a cana-de-açúcar necessita de nutrientes, insubstituíveis e diretamente envolvidos nos processos metabólicos. Quando comparados com os macronutrientes, os micronutrientes são exigidos em menores quantidades (BORGES et al., 2020). Tradicionalmente nas operações de adubação, não incluem o uso de micronutrientes e, os desarranjos metabólicos causados pela

deficiência de micronutrientes podem causar até reduções na produtividade. Entretanto evidências mostram que o molibdênio está intimamente ligado ao metabolismo das plantas e quando aplicado em níveis corretos pode influenciar positivamente na fixação biológica do nitrogênio (LIMA et al., 2016; YARA, 2019).

Outro método utilizado para minimizar os danos a produtividade da cultura é a adição de polímeros hidrorretentores, ou hidrogéis, utilizados como condicionadores sintéticos de solo, que reduzem as perdas de água e nutrientes por percolação e lixiviação, respectivamente, aumento da aeração e drenagem do solo, diminuindo a vulnerabilidade da muda em pós plantio e aumentando a disponibilidade hídrica, influenciando diretamente no desenvolvimento e crescimento de MPB (MARQUES; PINTO, 2013). Melo (2020), avaliando a influência de diferentes doses de Hidrogel agrícola em relação a variáveis fisiológicas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, concluiu que quando incorporado ao substrato agrícola, o hidrogel promoveu maior e acelerado desenvolvimento vegetativo de MPB.

Desta forma no presente trabalho buscou-se avaliar a eficiência em condições de campo, de bioestimulantes, micronutrientes e hidrorretentor, sobre o número de colmos, produtividade e atributos de qualidade industrial (Brix) de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar da variedade RB855453.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos botânicos e fisiológicos da cana-de-açúcar

Originária do sudeste asiático, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), encontrou no Brasil condições ideais para o seu pleno desenvolvimento, introduzida no século XVI, substituindo o extrativismo de pau-brasil pelos engenhos de açúcar (MEDEIROS, 2019, NOBILE et al., 2017). Forma compostos orgânicos estáveis de quatro carbonos através de seu metabolismo C4, é classificada como uma planta semiperene pertencente a família *Poaceae*, angiosperma do grupo das monocotiledôneas, bem adaptada a luminosidade, altas temperaturas e escassez hídrica (LACERDA et al., 2019).

Apesar de sua reprodução ser naturalmente sexuada, quando cultivada para fins comerciais sua multiplicação é feita de forma assexuada através de toletes via propagação vegetativa, sendo seu desenvolvimento através de perfilhos que formam touceiras (CAIEIRO et al., 2010). Seu caule é constituído por colmos divididos em nós, entrenós e gemas, sendo considerado comercialmente o principal componente da planta, por apresentarem os teores de sacarose acumulados que serão extraídos na indústria (THOMAZ, 2016). Os colmos apresentam formato cilíndrico e sua disposição de crescimento depende exclusivamente das características genéticas da cultivar escolhida para o plantio, podendo ser de crescimento ereto, semi-ereto ou decumbente (ARCOVERDE et al., 2018).

As folhas são classificadas como completas por possuírem elementos como a bainha, colar e lâmina foliar. Sua disposição é de forma alternada, fixas ao colmo de forma oposta, classificadas a partir de seu ápice e com nomenclatura própria (MOORE, 1987). Seus estômatos se abrem e fecham em função da turgidez das células possibilitando as trocas gasosas e de vapor d'água viabilizando a realização da fotossíntese, através da formação de carboidratos de alto valor energético produzidos pela incorporação e conversão de carbono atmosférico (LEITE, 2011).

Suas flores são hermafroditas e formadas a partir de inflorescências do tipo panículas, dão origem a frutos em formato elíptico e cariopses secos, indeiscentes, ligado ao grão único que contém. Comercialmente seu florescimento é indesejado visto ocorre a isoporização dos colmos devido a desidratação causada pelo deslocamento dos açúcares do colmo para as panículas, diminuindo a produtividade e comprometendo a extração de açúcar pela indústria (TASSO JÚNIOR et al., 2009).

Raízes e rizomas compõem o sistema radicular. As raízes podem ser adventícias e permanentes que são classificadas como fasciculada e encontradas nas camadas mais superficiais do solo. Os rizomas são compostos por nós, entrenós e gemas que dão origem aos perfilhos e touceiras (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR, 2015). Ao decorrer do seu ciclo de desenvolvimento, a cana-de-açúcar passa por diferentes estádios fenológicos. A fase inicial é a brotação que ocorre entre 20 e 30 dias após o plantio (DAP) na cana planta ou após o corte (DAC) na cana soca, caracterizada pela emergência dos primeiros brotos e o enraizamento dos toletes. O perfilhamento é o segundo estágio, inicia-se entre 20 e 30 DAP/DAC e se estende até 120 DAP/DAC, é caracterizado pela emissão de inúmeros colmos a partir de uma única planta, denominados de perfilhos, que constituirão as touceiras de cana (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2021).

O desenvolvimento da parte aérea, também conhecido como crescimento vegetativo tem início aos 120 DAP/DAC aproximadamente, e pode estender-se até os 270 DAP/DAC em cana de 12 meses. Neste estágio inicia-se na base dos colmos o acúmulo de sacarose, desenvolvimento de parte aérea, aumento de altura e maior acúmulo de massa seca total. Os principais fatores que podem estimular e interferir direta e indiretamente no desenvolvimento final da cana são a luz, umidade e o calor. A última etapa antes da colheita é a maturação, que se inicia aos 270 DAP/DAC e através da fotossíntese ocorre a formação de sacarose e o acúmulo nos colmos (AUDE, 1993).

## **2.2 Importância econômica da cultura da cana-de-açúcar**

Os canaviais apresentam grande importância para o agronegócio brasileiro, visto que o nosso país é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. No ano agrícola de 2021/22 a área cultivada atingiu 9 milhões de hectares, com produção de 592 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2022). Com destaque para o estado de São Paulo que possui aproximadamente 4,5 milhões de hectares e 60% da produção, seguido dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná (CONAB, 2022).

A produtividade média brasileira de cana-de-açúcar na safra 2021/22 foi de 75,9 toneladas por hectare. Da matéria prima total industrializada, aproximadamente 35% foi destinada à produção de 30 milhões de toneladas de açúcar, enquanto os outros 65% foram destinados a produção de 34 bilhões de litros de etanol, sendo deste

aproximadamente 10 bilhões de litros de etanol anidro, destinado a mistura com gasolina, e 24 bilhões de litros de etanol hidratado (CONAB, 2022).

Os subprodutos gerados a partir da matéria prima processada pela indústria como o bagaço e palha são bem rentáveis, visto que são ricos em fibra e que podem ser utilizados pela própria usina como fonte de energia termoelétrica considerada uma fonte limpa e renovável. A bioeletricidade representa a quarta principal fonte na matriz elétrica brasileira representando a quarta, garantindo a autossuficiência das usinas durante a safra (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA, 2020).

Em busca um melhor desempenho agrônomico das cultivares de cana-de-açúcar, inúmeras técnicas vêm sendo estudadas desde a década de 1990, dentre elas o uso de Mudas Pré-Brotadas (MPB), bioestimulantes e reguladores vegetais em aplicações foliares visando um desenvolvimento mais vigoroso e o aumento da produtividade, além do uso de micronutrientes e condicionadores de solo (PARADIKOVIĆ et al., 2019; YAKHIN et al., 2017).

### **2.3 Mudas Pré-Brotadas (MPB)**

Desde a chegada das primeiras mudas de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 1532, a metodologia de plantio utilizando um alto consumo de colmos não teve grandes mudanças até o surgimento das Mudas Pré-Brotadas (MPB). Visando diminuir os problemas e desperdícios enfrentados no momento do plantio, o Instituto Agrônomico de Campinas (IAC) desenvolveu o sistema de MPB, inovador para a propagação da cana. Sua maior diferença quando comparada com o sistema de plantio convencional, está no uso de mudas prontas para o plantio e previamente brotadas, ao invés de colmos semente utilizados tradicionalmente (LANDELL et al., 2012; XAVIER et al., 2014).

O uso de MPB de cana-de-açúcar atualmente é uma das mais novas tecnologias para a implantação de um canavial e trás consigo diversos benefícios para a cultura (SILVA NETO; ROCHA; CASTRO, 2021). Esse sistema possibilita alcançar elevados patamares de produtividade associados a um alto padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade, além da diminuição de uso de matéria prima em até 90% quando comparado com o sistema convencional (GOMES et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018).

No sistema convencional, o plantio de um hectare de cana-de-açúcar demanda o consumo de aproximadamente 20 toneladas de colmos semente. Enquanto isso, utilizando o sistema de tecnologia de MPB, a quantidade de mudas utilizado cai drasticamente, podendo ser utilizado apenas 2 toneladas de mudas GOMES et al.,

2018). Em teoria, toda a diferença de volume que não seria aproveitado ao se enterrar os colmos semente, poderia ser destinado a outros processos dentro da agroindústria, como a implantação de viveiros, replantio e renovação de áreas comerciais e expansão de canaviais favorecendo os lucros do setor sucroenergético (GOMES, 2013).

## **2.4 Bioestimulantes**

Novas tecnologias direcionadas a práticas de manejo, melhoramento genético entre outros, desenvolveram novas cultivares mais tolerantes e resistentes as condições de exposição das plantas, contribuindo para o aumento da produtividade canavieira brasileira (CONAB, 2021). Uma destas novas tecnologias desenvolvidas para auxiliar os produtores e que vem chamando a atenção é o uso de biorreguladores, um mercado inovador com crescente aumento do uso nas lavouras.

Os biorreguladores são capazes de alterar os processos fisiológicos e morfológicos das plantas quando aplicados em baixas concentrações, demonstrando-se eficientes para a estimulação dos processos metabólicos, bioquímicos e fisiológicos das plantas, resultando, mesmo que em condições adversas, em maiores produtividades com maior qualidade (MALVESTITTI NETO; OLIVEIRA; PEREIRA, 2015). São substâncias sintéticas ou orgânicas cujos efeitos são similares aos hormônios vegetais conhecidos, sendo utilizados para diversas finalidades como uniformizar a germinação e desenvolvimento radicular, estimular o perfilhamento e é capaz de antecipar ou atrasar a maturação melhorando a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar, entre outros benefícios (MACEDO; CASTRO, 2015).

Os produtos a base de biorreguladores possuem recomendações e objetivos específicos regular ou modular um processo. Podem ser constituídos de um ou mais compostos hormonais de ação fisiológica conhecida. Conhecer e compreender quais são os processos regulados pelo grupo de hormônios, a dose recomendada para modulação bem como o órgão da planta onde ocorrerá reações é essencial para alcançar os objetivos esperados (TAIZ et al., 2017).

As auxinas, giberelinas, citocinina, etileno e o ácido abscísico são os cinco principais hormônios que regulam o desenvolvimento vegetal (TAIZ et al., 2017). Os efeitos fisiológicos relacionados as auxinas estão envolvidos com o alongamento celular e juntamente com as citocinina regulam o processo de divisão celular, além de induzirem a formação de raízes (AMARAL, 2011). As auxinas são produzidas na parte

aérea promovendo a expansão celular dos tecidos aéreos em crescimento, induzindo o desenvolvimento de meristema apical do caule e controlando a diferenciação vascular nos órgãos vegetais em desenvolvimento (TAIZ et al., 2017).

Ao contrário das auxinas que são produzidas na parte aérea e transportadas para as raízes pelo floema, as citocinina são produzidas nas raízes e transportadas para as partes aéreas pelo xilema. As citocinina estão presentes nos processos de alongamento celular, diferenciação do cloroplasto, expansão de folhas e cotilédones, senescências foliar, mobilizações de nutrientes, dominância apical, desenvolvimento floral, germinação de sementes e quebra da dormência de gemas, sendo essenciais para o desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017).

O desenvolvimento caulinar é favorecido pela presença das giberelinas, sendo o principal papel destes hormônios o alongamento celular, a indução do alongamento entrenó em plantas anãs, além de promover a germinação de sementes, a transição para o florescimento, o desenvolvimento do pólen, o crescimento do tubo polínico e o desenvolvimento de frutos (TAIZ et al., 2017).

O uso de bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar é uma prática de manejo que é capaz de ampliar sua produtividade e o seu rendimento industrial, possibilitando uma melhora dos processos fisiológicos da planta, permitindo obter melhores colheitas, mesmo sob condições ambientais adversas (ZILLIAN, 2015).

## **2.5 Micronutrientes**

A adoção de práticas agronômicas apropriadas em conjunto com um adequado manejo nutricional é indispensável para a obtenção de uma alta produtividade nos canaviais, uma vez que são os fatores de maior influência no desenvolvimento e manutenção das socas (ISMAIL et al., 2016). Condições referentes ao uso de fertilizantes como a quantidade e a forma de aplicação, tipo de solo, pH, umidade, condições climáticas e própria cultivar utilizada devem ser considerados para um maior aproveitamento dos nutrientes pelas plantas (RAMALHO, 1983).

No geral, a cana-de-açúcar extrai e acumula do solo grandes quantidades de nutrientes para a produção de biomassa. Diante disso, o conhecimento das características do solo como a capacidade de fornecimento de nutrientes é fundamental e deve ser conhecida, caso seja necessária a complementação da nutrição com fertilizantes deve ser realizada para o aumento da produtividade da cultura uma vez que a falta de macro e

micronutrientes, afetam o crescimento e desenvolvimento da cultura, pois participam da estrutura ou do metabolismo da planta (OLIVEIRA et al., 2007; TAIZ et al., 2017).

Os estádios fenológicos da cana-de-açúcar possuem as exigências nutricionais próprios que devem ser atendidos para alcançar máximo potencial da cultura. Novas tecnologias que busquem aumentar o potencial produtivo da cultura vêm sendo desenvolvidas para suprir suas altas exigências como fertilizantes minerais mistos e complexos que forneçam macronutrientes primários, secundários e micronutrientes (OLIVEIRA et al., 2007; REETZ, 2017).

Embora sejam absorvidos em pequenas quantidades, os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas devendo sempre estar presente na nutrição das plantas. Estão presentes em diversos processos como a síntese de compostos orgânicos, constituem enzimas, atuam como ativadores e coativadores enzimáticos (DECHEN; NACHTIGALL, 2007; TAIZ et al., 2017). O zinco (Zn) é um dos principais micronutrientes e as culturas mais afetadas pela sua deficiência são o café, citros, arroz, milho, sorgo, seringueira e a cana-de-açúcar (ALLOWAY, 2008).

O aumento da deficiência de zinco nos solos pode ser atenuado por práticas de manejo como a calagem e adubação fosfatada uma vez que, o aumento da saturação de cálcio e compostos de fósforo está correlacionado negativamente com a disponibilidade e solubilidade do Zn (RODRIGUES, 2021). Sua concentração no solo varia de 60 a 89 mg kg<sup>-1</sup>, porém os solos tropicais caracterizam-se por possuir baixa fertilidade sendo a concentração de zinco no solo variando de 0,2 a 2 mg kg<sup>-1</sup> (BROADLEY et al., 2007; PENDIAS, 2011). Entretanto vale ressaltar que efeitos negativos na fisiologia e no metabolismo das plantas limitando a produtividade ocorrem com concentrações acima de 100 mg kg<sup>-1</sup> de Zn (LOPES; GUILHERME, 2016).

Outro micronutriente intimamente envolvido ao metabolismo da cana-de-açúcar é o molibdênio (Mo). O micronutriente é absorvido na forma de MoO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, e está diretamente relacionado a fixação biológica do nitrogênio (N) (SOBRAL; WEBER, 1983). As enzimas que contém Mo possuem funções tanto estrutural como catalíticas estando diretamente relacionadas a reações de óxido-redução do metabolismo do N. Estas enzimas são redutase do nitrato, nitrogenase e xantina oxidase/dehidrogenase (MARSCHNER, 1995).

O Booster® é um produto líquido da empresa Agrichem que apresenta em sua composição 2,3% de molibdênio (Mo), 3,5% de zinco (Zn), auxina e citocinina, sua

tecnologia conta com alta absorção do micronutriente Mo e extrato da alga *Ecklonia maxima*, em um balanço que pode induzir o crescimento de raízes secundárias e acelerar o desenvolvimento das plantas, favorecendo a emergência, estande de plantas, estabelecimento da cultura, a recuperação pós-estresses por déficit hídrico, por frio, geadas ou fitotoxidez (AGRICHEM, 2016). Pode ainda auxiliar no pegamento de flores, desenvolvimento de frutos e enchimento de grãos em diversas culturas, resultando em maior produtividade (AGRICHEM, 2016).

## 2.6 Condicionadores de solo

Os condicionadores de solo, em sua grande maioria são utilizados para reverter processos negativos de degradação do solo, agindo na restauração da fertilidade, promovendo as características físicas, físico-químicas e biológicas proporcionando melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Dentre os principais condicionadores de solo, temos o calcário, o gesso agrícola, compostos orgânicos e polímeros retentores de água (MARQUES et al., 2022).

O calcário possui a capacidade de corrigir a acidez do solo além de disponibilizar cálcio e magnésio para as plantas (GOVINDASAMY et al., 2017; RATKE et al., 2018). O gesso agrícola produzido a partir dos resíduos da fabricação de fertilizantes fosfatados solúveis em água, promove alterações químicas no solo em camadas subsuperficiais favorecendo o desenvolvimento das raízes em profundidade (CRISTOVAM, 2021). Os hidrogéis são polímeros hidroabsorventes, que conseguem absorver aproximadamente 500 vezes seu próprio peso em água, disponibilizando gradativamente está água para as plantas (FRANCO, 2016; LUZ, 2017; LAMPUGNANI, 2020).

Os hidrogéis foram desenvolvidos na década de 1950, inicialmente designados para aplicação medida no desenvolvimento de lentes de contato a partir da sintetização do copolímero 2-hidroxietil metacrilato com etileno-dimetilacrilato (MOTA, 2009). O sucesso comercial que as lentes de contato proporcionaram, estimularam novas pesquisas e interesses para o desenvolvimento de hidrogéis, levando ao desenvolvimento de polímeros *smart* que de acordo com os estímulos os quais são submetidos tais quais alteração de pH, campo eletromagnético e temperatura, são capazes de mudar suas propriedades (KOPECEK, 2002). Sua constituição é feita por redes poliméricas tridimensionais estruturadas, formadas por cadeias de macromoléculas interligadas por ligações covalentes ou interações físicas (OVIEDO et al., 2008).

Os polímeros mais utilizados na atualidade são as poliacrilamidas, que através de pontes de hidrogênio são capazes de absorver água e os poliacrilatos de sódio, que absorvem água por osmose (RODRIGUES, 2016). A capacidade de retenção de água no solo é elevada com o uso de polímeros hidrorretentores, permitindo uma utilização mais efetiva dos recursos de água e solo (MELO; SANTOS, 2018).

Experimentos comprovam a efetividade do uso de hidrogéis nos diversos cultivos. Pereira; Olszewski; Silva (2018) objetivo do trabalho foi a avaliação do potencial do polímero hidrorretentor na melhoria da retenção de água, das características biométricas e da produtividade da cultura do feijão caupi em solo de textura arenosa concluíram que a utilização do polímero hidrorretentor aumentou a retenção de água e melhorou grande parte das propriedades morfológicas e produtivas da cultura.

Com objetivo de distinguir se existe diferença entre duas cultivares de cana-de-açúcar na produção de mudas pré-brotas de cana-de-açúcar, e determinar em qual dos cultivares avaliados a utilização de polímeros hidrorretentores agrícolas pode ser mais vantajosa, Melo; Santos (2018), concluíram que polímeros hidrorretentores não comprometem o desenvolvimento e de mudas e auxiliam no desenvolvimento inicial.

Tatagiba et al. (2019) investigaram o uso de diferentes dosagens do polímero hidrorretentor, incorporado ao substrato, usando diferentes lâminas de irrigação para produção de mudas clonais de eucalipto e concluíram que polímeros hidrorretentores favoreceram o estabelecimento das mudas, contribuindo para o crescimento em altura e diâmetro do coleto, além do enraizamento inicial e a sobrevivência das plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado em área experimental do Campus Glória, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), situada no município de Uberlândia-MG às margens da BR-050, Km 78, nas coordenadas 18°57'30''S e 48°12'0''W. O clima da região, de acordo com a classificação climática Koppen; Geiger (1928), enquadra-se como tropical de altitude (Aw).

A área utilizada no experimento estava sob pousio nos dois últimos anos agrícolas, tendo sido cultivada anteriormente com milho. O preparo do solo ocorreu de maneira convencional, sendo realizadas a aração com arado de aivecas, uma passagem com a gradagem aradora e duas passagens com gradagem de nivelamento. Os produtos utilizados em cada tratamento e suas respectivas doses estão apresentados na Tabela 1, enquanto na Tabela 2 estão expostas as composições dos produtos utilizados no experimento.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados, doses e composições.

Tratamento			Dose
T1	Testemunha	(T)	0,5 L.ha <sup>-1</sup>
T2	Bioestimulante Stimulate <sup>®</sup>	(B)	0,5 L.ha <sup>-1</sup>
T3	Hidrorretentor UPDT <sup>®</sup>	(H)	80 kg.ha <sup>-1</sup>
T4	Micronutrientes Booster <sup>®</sup>	(M)	0,5 L.ha <sup>-1</sup>
		(B)	0,5 L.ha <sup>-1</sup>
T5	Completo	(H)	80 kg.ha <sup>-1</sup>
		(M)	0,5 L.ha <sup>-1</sup>

**Tabela 2.** Composição dos produtos utilizados nas mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Composição	Bioestimulante Stimulate <sup>®</sup>	Hidrorretentor UPDT <sup>®</sup>	Micronutrientes Booster <sup>®</sup>
Ácido Giberélico	0,005%	-	-
Ácido Indolalcanóico	0,005%	-	-
Cinetina	0,009%	-	-
Molibdênio	-	-	2,3%
Polímero Vegetal	-	*	-
Zinco	-	-	3,5%

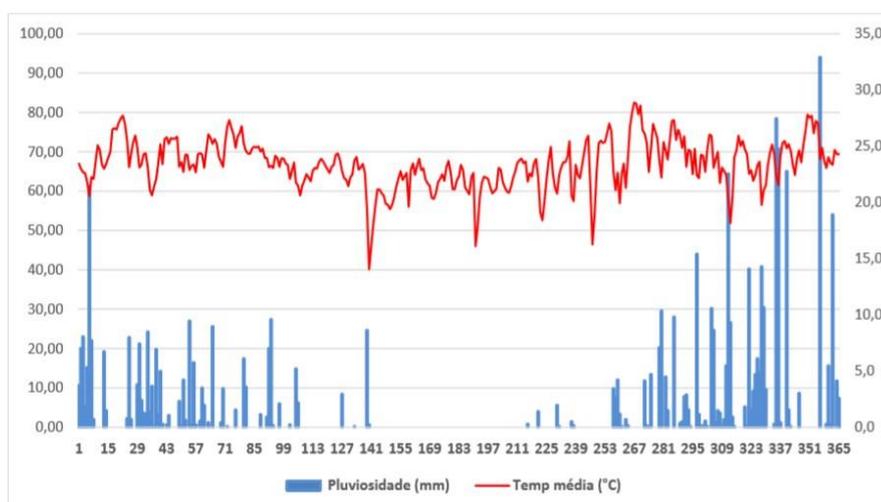
\*Composição não obtida ou não disponibilizada pela empresa detentora do produto.

Foram utilizadas mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar da variedade RB 855453, cedidas pela Bioenergética Aroeira, do município de Tupaciguara-MG, situada a 50 km de Uberlândia. Essa variedade foi desenvolvida pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético – RIDESA, apresenta rápido desenvolvimento, colmos arroxeados ao sol, entrenós curtos com muita cera, média facilidade de despalha, gemas pouco salientes, folhas verdes escuras, de largura e comprimento médios, pontas curvas, bainha esverdeada. Apresenta como destaque a precocidade e riqueza, ótima soqueira e canas eretas de excelente colheitabilidade, mas apresenta dois pontos negativos principais, um curto período útil de industrialização e frequentemente floresce (RIDESA, 2010).

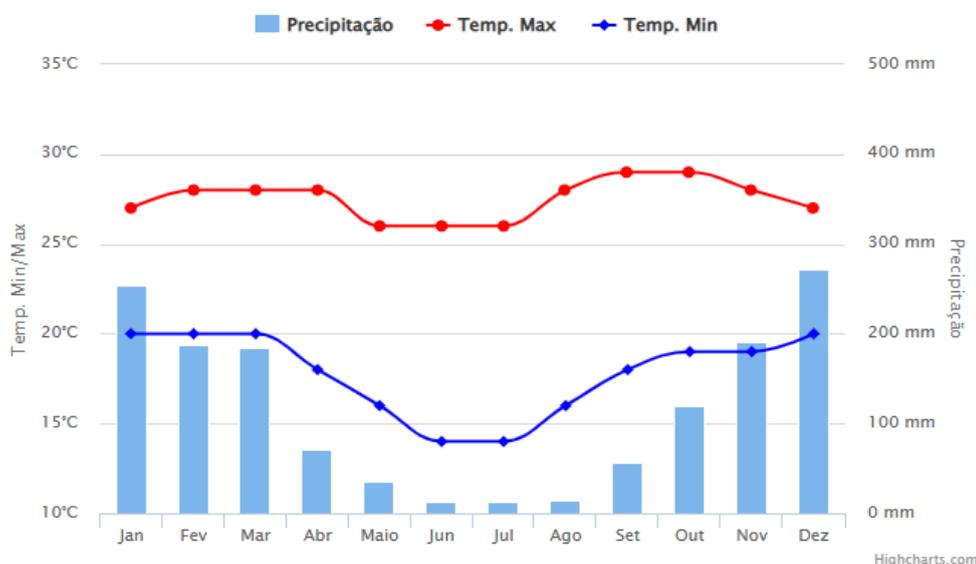
Foram realizadas adubações no sulco de plantio com Superfosfato Triplo, na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; Ureia, na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N e Cloreto de Potássio, na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Aos 67 dias após o plantio das mudas pré-brotadas (DAP), realizou-se uma adubação de cobertura com Ureia (dose de 40 kg ha<sup>-1</sup>, de N), em filete contínuo lateralmente à fileira de plantas, seguido de incorporação e manejo manual de plantas infestantes. O plantio das mudas pré-brotadas foi realizado em 24 de março de 2018, com a abertura de quatro sulcos de 20 metros de comprimento, espaçados à 1,5 metros de largura, com o auxílio de um sulcador de duas hastes, acoplado ao trator, utilizando uma área de aproximadamente 600 m<sup>2</sup>.

A distribuição da precipitação e temperatura média ao longo do ano de 2018 em que foi realizado o plantio das MPB de cana-de-açúcar são apresentados na Figura 1.

**Figura 1.** Dados médios de temperatura, em graus Celsius (° C), e precipitação pluvial diária em milímetros (mm), em Uberlândia-MG, de 01/01/2018 a 31/12/2018. Dados obtidos na Estação Climatológica da UFU, Uberlândia-MG, 2019.



**Figura 2.** Dados de temperatura máxima e mínima, em graus Celsius ( $^{\circ}$  C), e precipitação pluvial mensal em milímetros (mm), em Uberlândia-MG, de 01/01/2019 a 31/12/2019. Dados obtidos pelo site Clima Tempo, Uberlândia-MG, 2019.



Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. A área de cada parcela utilizada foi de quatro linhas de quatro metros que eram espaçadas entre si por um metro e meio de distância, havendo 48 mudas por parcela. A primeira e a quarta linhas utilizadas como bordadura. Os produtos foram aplicados no momento do plantio, junto às mudas, dentro dos sulcos de plantio.

As avaliações foram realizadas durante a colheita em 9 de julho de 2019, foram desprezadas as duas linhas externas, bordaduras e colhidas as duas linhas centrais para contagem de perfilho. A produtividade das parcelas foi obtida através do uso de uma balança digital de mão enquanto o cálculo do grau Brix, ou massa de sólidos solúveis contidas na massa de sacarose foi obtido utilizando o refratômetro

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SISVAR. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo, aplicou-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), para comparação das médias.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância, não foram identificados efeitos significativos pelo teste F para nenhum dos caracteres avaliados, número de colmos, graus Brix e produtividade (Tabela 3). Estes resultados evidenciam que os produtos utilizados no momento de transplante das mudas pré-brotadas de cana, não influenciaram no número de colmos, produtividade e atributos de qualidade industrial da cana-de-açúcar.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para número de colmos, graus Brix e produtividade em função de bioestimulantes, hidrorredentor e micronutrientes, Uberlândia-MG, 2018.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Número de colmos	Brix	Produtividade
Blocos	3	2.79	4.76	1184.71
Tratamento	4	3.19 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	74.60 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	1.14	0.14	414.64
Média		9.83	25.97	73.99
CV (%)		10.89	1.46	27.52

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* e \* significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; CV: Coeficiente de variação.

Os coeficientes de variação (CV%) obtidos variaram de 1,46 a 27,52 considerados adequados segundo a classificação proposta por Gomes (1985). Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios do efeito dos tratamentos sobre o número de colmos, a massa de sólidos solúveis (Brix) e a produtividade e das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, considerando os cinco tratamentos utilizados.

**Tabela 4.** Resultados médios obtidos pelo número de colmos, brix (%), produtividade (t/ha) em função de bioestimulantes, hidrorretentor e micronutrientes, Uberlândia-MG, 2018.

Tratamentos*	Número de Colmo	Brix	Produtividade
T1 Testemunha (T)	8.440 a	26.05 a	69.53 a
T2 Bioestimulante (B)	10.03 a	26.01 a	74.39 a
T3 Hidrorretentor (H)	9.65 a	26.10 a	74.04 a
T4 Micronutrientes (M)	10.13 a	25.91 a	71.19 a

T5 Completo (B+H+M)	10.88 a	25.76 a	80.83 a
---------------------	---------	---------	---------

\*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Observando os dados obtidos para o número de colmos temos a variação de 8,44 a 10,88 para os tratamentos T1 – Testemunha e o T5 – Completo (Bioestimulante, Hidrorretentor e Micronutrientes), respectivamente. Ocorreram variações em relação as médias dos tratamentos, sendo atribuídas a fatores não controlados, como fatores ambientais. O mesmo comportamento foi observado para as médias de °Brix e Produtividade, que variaram de 25,76 a 26,10 e 69,53 a 80,83, respectivamente.

O plantio das mudas ocorreu no mês de março de 2018, caracterizado por pouca disponibilidade de hídrica, cenário ótimo para o desempenho do hidrorretentor, uma vez que confere resistência a condições de déficit hídrico, principalmente em fases iniciais de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Mesmo assim, não foi possível observar efeitos do hidrorretentor no desenvolvimento e produtividade do experimento.

Um dos principais fatores no desenvolvimento fisiológico das plantas é a disponibilidade de água. A água atua diretamente em processos metabólicos e é um excelente solvente e reagente, responsável pela turgescência e pela regulação térmica dos tecidos das plantas através da transpiração (MATOS, 2020).

Corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho estão os dados de Marques; Pinto (2013), que avaliando o uso de polímeros condicionadores de solo (hidrorretentores) com a produção de bioenergia, produtividade, fibra e açúcares totais da cultivar RB867515 de cana-de-açúcar, concluíram que o uso de polímeros hidrorretentores não influenciou positivamente nas características estudadas. Em contrapartida Marque et al. (2014) avaliando os efeitos do palhiço, sistema de plantio e doses de polímero hidrorretentor nos parâmetros biométricos, tecnológicos, de produtividade e energéticos da cultivar RB867515, concluíram que as doses de polímero hidrorretentor absorvente em diferentes doses alteram as características biométricas em cana de segundo corte.

Com o objetivo avaliar se a utilização de biorreguladores podem promover melhor brotação e melhor vigor de plantas originárias de gemas basais da variedade SP81-3250, Araújo (2016), concluiu que a cana-de-açúcar não responde de maneira evidente ao uso de biorreguladores vegetais e estes não foram capazes de uniformizar de uniformizar a altura dos perfilhos e gemas basais e apicais.

Zillian (2015), com o objetivo de avaliar os efeitos de uma solução de biorreguladores (auxinas, citocinina e giberelinas) sobre o desenvolvimento inicial

capacidade fotossintética das cultivares RB867515 e SP81-3250, sob condições de casa de vegetação no período de janeiro a setembro do ano de 2014 em Presidente Prudente, São Paulo, concluiu que as plantas de cana-de-açúcar tratadas com biorregulador Stimulate® tiveram um aumento no potencial fotossintético, na velocidade de carboxilação da enzima rubisco e na velocidade de carboxilação da enzima  $PEP_{case}$ , mesmo assim, porém não promoveram melhor desempenho em relação a testemunha. Semelhante aos resultados obtidos por Baracat (2015), que ao avaliar o efeito da utilização de biorreguladores no desenvolvimento, produção e qualidade de cana planta, concluiu que o biorregulador Stimulate® nas condições experimentais do município de Tabapuã, não interferiu na brotação, desenvolvimento, produção e qualidade tecnológica da cultivar RB83-5054.

O tratamento que obteve maiores médias levando em consideração todas as características avaliadas foi o T5 - Completo (Bioestimulante, Hidrorretentor e Micronutrientes). O uso em conjunto dos três tratamentos pode ter influenciado positivamente no desenvolvimento do canavial.

## 5 CONCLUSÕES

A utilização de hidrorretentor, bioestimulantes e micronutrientes no plantio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, de forma isolada quanto em conjunto, não incrementaram no número de colmos, graus Brix e massa de sólidos solúveis na cultura da cana de açúcar, cultivar RB855453.

## REFERÊNCIAS

- AFERRI, G.; XAVIER, M. A.; PEREIRA, M. A. A. Custo de produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar - MPB. **Pesquisa & Tecnologia**, v.13, n.2, p.1-4, 2016.
- AGRICHEM BRASIL. **Booster<sup>®</sup> Mo + Zn**, Ribeirão Preto – São Paulo, 2016. Disponível em:<<http://www.agrichem.com.br/produtos/booster>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.
- ALLOWAY, B. J. Zinc in soils and crop nutrition. published by IZA and IFA. **Brussels, Belgium and Paris, France**, v. 139, 2008.
- AMARAL, L. I. V. **Substâncias de crescimento das plantas: os hormônios vegetais**. 2011.
- ARAÚJO, S. H. C. **Mini-toletes de cana-de-açúcar: gemas, biorreguladores, adubação nitrogenada e déficit hídrico**. Tese (Doutorado em Ciências – Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Universidade de São Paulo / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, 2016.
- ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A.; SILVA, M. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, W. R.; S, A. H. T. Perfilhamento 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.
- BARACAT NETO, J. **Desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar em função do propágulo utilizado**. Dissertação (Mestrado em Ciências – Fitotecnia) - Universidade de São Paulo / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, 2015.
- 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.
- BRAGA, N. C. C. **Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em substrats comerciais e alternativos com subprodutos da indústria canavieira**. Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia. Instituto Federal Goiãno – Campus Rio Verde, p. 5 – 7, 2016.
- BROADLEY, M. R., WHITE, P. J., HAMMOND, J. P., ZELKO, I., LUX, A. Zinc in plants. *New Phytologist*, v.173, p.677–702, 2007.
- 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.
- CLIMA TEMPO. **Climatologia em Uberlândia** – Uberlândia, 2019. Disponível em:< <https://www.climatempo.com.br/climatologia/203/uberlandia-mg>>. Acesso em 16 de Maio de 2023.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Quarto levantamento, v.7, n.4, Brasília, 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. Cana-de-Açúcar. Safra 2020/21. **Companhia Nacional de Abastecimento**, v. 7, n. 4, p. 1-58, 2021.

CRISTOVAM, M. E. P. **Doses de gesso agrícola no solo e sua correlação com a produtividade da aveia preta inoculada ou não com *Azospirillum brasilense*, e da soja em sucessão**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021.

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/>>

FRANCO, K. UPL apresenta conceito inovador para a dinâmica da água no solo. **Campo e & Negócio**, Uberlândia, 2016. Disponível em: <<http://uplbrasil.com.br/updt-na-camponegocios/>> Acesso em: 6 de fevereiro de 2022.

GOMES, C. IAC desenvolve sistema inédito que muda o conceito de plantar cana: dentre os benefícios estão redução do número de mudas e possibilidade de aumento dos ganhos do produtor. **Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas**, 2018.

GOMES, C. Sistema muda conceito de plantio. **A Lavoura**. v. 696, n. 1, p. 38-39, 2013.

GOVINDASAMY, P.; TAHA, M. R.; ALSHAREF, J.; RAMALINGAM, K. Influence of nanolime and curing period on unconfined compressive strength of soil. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2017, 2017.

KOPECEK, J.; Swell gels: Linked chains of polymers can form hydrogels, whose properties are attractive for biomedical applications. It seems that the molecular arrangement of the polymer ingredients is central to hydrogel performance. **Nature**, 917, (2002), 388- 391.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Wall-map 150cmx200cm**, p. 91-102, 1928.

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.

LAMPUGNANI, L. F. **Desenvolvimento de uma estrutura a base de celulose para liberação controlada de nutrcêuticos**. Artigo (Graduação em Engenharia Química) – Centro Universitário de Maringá (Unicesumar), Maringá, 2020.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, 16 p. 2012.

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

LIMA, A. O.; EMILIANO, E. B.; SOUSA, M. K.; ALBERNES, K. K.; DOURADO, D. P.; TORRES, D. S.; MURASHI, C. T. Utilidades do molibdênio na gricultura. **Revista Integralização Universitária**, n. 14, 2016.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. **Advances in Agronomy**, v.137, p.1–72, 2016.

LUZ, A. L. F. **Fertilizantes, coberturas e condicionadores de solo no controle da cercosporiose do cafeeiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. C. Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. In **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**, Viçosa, 2015.

MALVESTITTI NETO, A.; OLIVEIRA, T. C.; PEREIRA, M. A. PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE MUDAS PRÉ-BROTADAS COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E DENSIDADES. In: **7ª Jornada Científica e Tecnológica 4º Simpósio da Pós-Graduação do IFSULDEMINAS**. 2015.

MARQUES, C. A.; SILVA, D. A.; APRESENTAÇÃO, M. D. J. F.; NAKASHIMA, G. T.; YAMAJI, F. M. Produção de biochar com palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022.

MARQUES, T. A.; DELTREJO JUNIOR, E. L.; RAMPAZO, É. M.; MARQUES, P. A. A. Palhico, polímero hidrogel e sistemas de plantio nos parâmetros de biometria, tecnologia, energia e produtividade de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal (Online)**, p. 501-511, 2014.

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 680-685, 2013.

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. V. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 680-685, 2013.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2. Ed., Londres, **Academic Press**, p. 889, 1995.

MATOS, Fábio Santos. **Folha seca: introdução à fisiologia vegetal**. Editora Appris, 2020.

MELO, B. L. Influência do Hidrogel Agrícola em Relação aos Parâmetros Fotossintéticos em Mudanças de Cana-de-açúcar. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 1, 2020.

MELO, B. L.; SANTOS, L. A. M. Polímero em mudas de cana-de-açúcar: biometria. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 8, n. 2, 2018.

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

MOTTA, C. **Preparação e caracterização de hidrogéis superabsorventes a partir de quitosana e poliácridonitrila**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

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, H. P.; MELO, R. O.; BALDOTTO, M. A.; ANDRADE, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Performance of pre-sprouted sugarcane seedlings in response to the application of humic acid and plant growth-promoting bacteria. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 39, n. 3, p. 1365-1370, 2018.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

OVIEDO, I. R.; MENDEZ, N. A. N.; GOMEZ, M. P. G.; RODRIGUEZ, H. C. & MARTINEZ, A. R. Design of a physical and nontoxic crosslinked poly (vinyl alcohol) hydrogel. **Journal Polymer Material.**, 57: 1095, 2008.

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

PENDIAS, A. K. Trace elements in soils and plants. 4. ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2011. 548p, 2011.

PEREIRA, J. S.; OLSZEWSKI, N.; SILVA, J. C. Retenção de água e desenvolvimento do feijão caupi em função do uso de polímero hidrorretentor no solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 6, p. 582, 2018.

RATKE, R. F.; PEREIRA, H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. D. D. G.; BARBOSA, J. M.; LOPES, L. O. Different limestone particle sizes for soil acidity correction, Ca and Mg supply and corn yield. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 175-184, 2018.

REETZ, H. F. Fertilizantes e o seu uso eficiente. **São Paulo: ANDA**, 2017. 178p.

RODRIGUES, A. F. T. **Uso de polímero hidrorretentor na produtividade e qualidade da cenoura sob irrigação superficial e subsuperficial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

RODRIGUES, Caroline. **Biofortificação agrônômica de alface com zinco e bactérias promotoras de crescimento de plantas**. 68 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Campinas, 2021.

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

SILVA NETO, J., ROCHA, E. M. F., & DE CASTRO, R. B. R. Desenvolvimento Sustentável de Mudas Pré-Brotadas (MPB) de Cana-de-Açúcar Utilizando Ácido Indolbutírico de Sementes de *Phaseolus vulgaris* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 1624-1633, 2022.

SILVA NETO, J.; ROCHA, E. M. F.; CASTRO, R. B. R. Desenvolvimento Sustentável de Mudas Pré-Brotadas (MPB) de Cana-de-Açúcar Utilizando Ácido Indolbutírico de Sementes de *Phaseolus vulgaris* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 122081-122090, 2021.

SOBRAL, A.F.; WEBER, H. **Nutrição mineral de cana-de-açúcar (Micronutrientes)**. IAA/PLANALSUCAR, Piracicaba, P. 103-122, 1983.

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.

TATAGIBA, S. D.; SILVA, A. G.; PENCHEL FILHO, R. M.; DOS REIS, E. F.; RAMOS, K. A. Disponibilidade hídrica e doses de polímero hidrorretentor na produção de mudas clonais de eucalipto. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 4, p. 359-369, 2019.

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.

TORSIAN, W. S.; KIKUTI, A. L. P.; KIKUTI, H.; PEREIRA, C. E. Bioestimulantes no desenvolvimento da cana-de-açúcar. **MAGISTRA**, v. 31, p. 625-634, 2021.

ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **A Bioeletricidade da Cana**. Disponível em: <<https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/07/UNICA-Bioeletricidade-julho2019-1.pdf>>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2022.

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar – Mudas Pré-Brotadas (MPB). **Documentos IAC**, Campinas, n. 13, p. 22, 2014.

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 2049, 2017.

YARA. **Soluções para culturas: Cana-de-açúcar**. Micronutrientes, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/cana-de-acucar/micronutrientes/>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2021.

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.