

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

WINÍCIUS PIMENTA DE OLIVEIRA FRANCO JÚNIOR

**BIOESTIMULANTE, HIDROGEL E MICRONUTRIENTES NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SEGUNDO PERFILHO DE MUDAS PRÉ-
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**UBERLÂNDIA – MG
JULHO – 2019**

WINÍCIUS PIMENTA DE OLIVEIRA FRANCO JÚNIOR

**BIOESTIMULANTE, HIDROGEL E MICRONUTRIENTES NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SEGUNDO PERFILHO DE MUDAS PRÉ-
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

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

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

**UBERLÂNDIA – MG
JULHO – 2019**

WINÍCIUS PIMENTA DE OLIVEIRA FRANCO JÚNIOR

**BIOESTIMULANTE, HIDROGEL E MICRONUTRIENTES NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SEGUNDO PERFILHO DE MUDAS PRÉ-
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

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

Uberlândia, 12 de Julho de 2019.

Eng. Agr. Matheus Rodrigues Martins
Pós graduando UFU
Membro da Banca

Prof. Dra. Ana Lúcia Pereira Kikuti
Instituto Federal do Triângulo Mineiro
Membro da Banca

Prof. Dr. Hamilton Kikuti
UFU
Orientador

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço aos meus pais pelos esforços realizados, por estarem sempre ao meu lado em minhas decisões e por serem meus exemplos como pessoas. Agradeço também a todos os meus amigos, meu irmão Gabriel e minha namorada Ana Paula por todo o apoio e auxílio que recebi por parte deles para que fosse possível a conclusão do presente estudo.

Ao Prof. Dr. Hamilton Kikuti por todo o seu suporte como orientador, sempre ajudando com seus conhecimentos e conselhos.

A Universidade Federal de Uberlândia pela disponibilidade da área de campo e apoio nas atividades de preparo e manejo.

A Bioenergética Aroeira por ceder as mudas pré-brotadas para que fosse possível a realização do presente estudo.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados, doses e composições.....	18
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.....	19
Tabela 2. Resultados médios obtidos da altura do segundo perfilho (cm) em função dos efeitos dos tratamentos considerando todas as épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).....	20
Figura 2. Resultados médios da altura do segundo perfilho (cm) em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).....	22
Tabela 3. Resultados médios obtidos do número de folhas fotossinteticamente ativas (unidade) em função dos efeitos dos tratamentos considerando todas as épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).....	24
Figura 3. Resultados médios do número de folhas fotossinteticamente ativas (unidade) em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).....	25

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. A cana-de-açúcar.....	10
2.2. O sistema de mudas pré-brotadas (MPB) na produção de cana-de-açúcar.....	11
2.3. Os produtos estimulantes utilizados no plantio da cana-de-açúcar.....	13
2.3.1. Bioestimulantes.....	13
2.3.2. Condicionadores de solo.....	14
2.3.3. Micronutrientes.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Altura do segundo perfilho.....	20
4.2. Altura do segundo perfilho nas épocas de avaliação.....	22
4.3. Número de folhas fotossinteticamente ativas.....	24
4.4. Número de folhas fotossinteticamente ativas nas épocas de avaliação.....	25
5. CONCLUSÕES.....	26
6. REFERÊNCIAS.....	27

FRANCO JÚNIOR, W. P. O. **Bioestimulante, hidrogel e micronutrientes no desenvolvimento inicial do segundo perfilho de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.** Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – ICIAG/UFU. 30p. 2019.

RESUMO

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 no desenvolvimento do segundo perfilho de 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- Hidrogel (H); T4- Micronutrientes (M); T5- Completo (B + H + M) aplicados no sulco de plantio, e quatro repetições. As variáveis analisadas foram: altura e número de folhas fotossinteticamente ativas dos segundos perfilhos 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. Para o efeito das épocas de avaliação foi utilizada a análise de regressão. O uso do Bioestimulante, Hidrogel ou Micronutrientes isoladamente não influencia o crescimento inicial do segundo perfilho das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. O uso associado de Bioestimulante, Hidrogel e Micronutrientes apresenta efeito positivo no desenvolvimento inicial do segundo perfilho de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. O uso associado ou isolado de Bioestimulante, Hidrogel e Micronutrientes não influencia o desenvolvimento inicial do segundo perfilho de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função das épocas de avaliação.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum* spp., enraizadores, crescimento inicial, épocas, plantio.

1. INTRODUÇÃO

Com as maiores áreas de cultivo concentradas na região sudeste do país, o Brasil apresenta-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com a safra 2018/2019 sendo estimada em 635,51 milhões de toneladas e significando um aumento de 0,4% em relação a safra passada, segundo dados de 2018 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018). O produto firmou-se como destaque na agricultura nacional e na balança comercial sendo vendido a partir da determinação do preço do Açúcar Total Recuperável (ATR).

É a partir da cana-de-açúcar que se deriva dois produtos essenciais para a economia mundial: o açúcar, parte indispensável da alimentação humana, e o álcool, utilizado nas bebidas alcoólicas como a cachaça, o vinho e a cerveja, ou como combustível para veículos automotores, também conhecido como etanol.

Novas práticas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de elevar a eficácia no estabelecimento da cultura, reduzir falhas e incrementar produtividade. Dentre essas inovações destaca-se o sistema de propagação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (MPB) oriundas de gemas individualizadas. Este sistema apresenta como diferencial a multiplicação da cana na forma de mudas em tubetes, gerando economia de mudas, maior sanidade, uniformidade no plantio e ainda, a possibilidade de levar para o campo menor volume de material em relação ao sistema convencional de propagação da cultura (LANDELL et al., 2012; XAVIER et al., 2014).

Atualmente, com o avanço das tecnologias incorporadas ao cultivo da cana-de-açúcar torna-se cada vez mais comum a utilização de agroquímicos, como os bioestimulantes, os produtos a base de micronutriente e os condicionadores de solo. Além de outros benefícios, tais produtos enraizadores estão sendo desenvolvidos e utilizados buscando a expressão do máximo potencial produtivo da cultura.

Tendo em vista o aumento da escassez hídrica, assim como da demanda por água para população e para a agricultura, surgem alternativas de métodos para o uso deste recurso de modo aprimorado e mais racional dentro do sistema de mudas pré-brotadas (MPB). O polímero vegetal hidrorretentor é um desses métodos, recomendado para o uso na agricultura como um condicionador de solo, introduzido no mercado com a proposta de diminuir a vulnerabilidade da muda, ao déficit hídrico, no momento pós-plantio e aumentar a disponibilidade de água para a planta.

Embora existam algumas recomendações de micronutrientes, estes ainda não fazem parte das operações tradicionais de adubação para a cultura, o que pode estar relacionado a limitações na produção. A exemplo disso, existem evidências crescentes de que o molibdênio é um importante nutriente que está sendo atualmente subestimado e usado em níveis insuficientes para produção de cana-de-açúcar, o que poderia, caso aplicado em níveis corretos, melhorar as respostas de fertilizantes nitrogenados aplicados à cultura (YARA, 2019).

O uso de bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar é uma prática de manejo que potencialmente pode incrementar sua produtividade, favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo obter melhores colheitas, mesmo sob condições ambientais adversas (COSTA et al., 2011). Dentre as vantagens da utilização de bioestimulantes estão: aumento da biomassa biológica do solo, o que permite maior decomposição e mineralização da matéria orgânica; maior enraizamento, o que leva a maior absorção dos nutrientes pelas plantas; melhor aproveitamento dos fertilizantes e corretivos; maior resistência à seca; por consequência desses efeitos, podem ainda ocorrer associações biológicas benéficas nas raízes (MICROGEO, 2013).

Pesquisas recentes apontam uma melhora no desempenho das culturas com a utilização de diversos estimulantes, contudo torna-se necessário conduzir ensaios para a cana-de-açúcar em condições similares para cada região de interesse.

Diante do apresentado, objetivou-se no presente trabalho avaliar a eficiência, em condições de campo, de bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes sobre o desenvolvimento inicial dos segundos perfilhos de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à família Poaceae, classificada como uma cultura semiperene e considerada uma planta com metabolismo C4, por formar compostos orgânicos de quatro carbonos. Originária das regiões Sul e Sudeste da Ásia, a cultura teve suas primeiras mudas introduzidas no Brasil por volta de 1502. Somente em 1532 é que o cultivo comercial teve início de fato com a introdução de variedades oriundas da Ilha da Madeira por Martim Afonso de Souza (FIGUEIREDO, 2008). Em 1975, com a criação do Plano Nacional de Produção de Álcool (Proálcool), ocorreu crescimento significativo do setor sucroalcooleiro, proporcionando ao Brasil grande destaque na produção de energias renováveis (SEGATO et al., 2006).

A cultura da cana-de-açúcar tem durante seu desenvolvimento quatro estádios fenológicos: a brotação e emergência dos brotos; perfilhamento e estabelecimento da cultura; período de grande crescimento e maturação dos colmos (SEGATO et al., 2006).

Na brotação, o broto rompe as folhas da gema e se desenvolve em direção à superfície do solo, ao mesmo tempo em que surgem as raízes do tolete (DIOLA; SANTOS, 2010). A emergência do broto ocorre de 20 a 30 dias após o plantio, onde o broto é definido um caule em miniatura que surge acima da superfície do solo, chamado de colmo primário (DIOLA; SANTOS, 2010). A duração da brotação da cana-de-açúcar depende da qualidade da muda, ambiente de cultivo, época de cultivo e manejo do plantio, e é nesse estágio que ocorrem ainda o aparecimento das primeiras folhas (DIOLA; SANTOS, 2010).

O perfilhamento é o processo de emissão de colmos por uma mesma planta, os quais recebem a denominação de perfilhos, onde o processo de perfilhamento é regulado por hormônios e resulta no crescimento de brotos que vão em direção à superfície do solo (DIOLA; SANTOS, 2010). Esses brotos aparecem de 20 a 30 dias após a emergência do colmo primário e é por meio desse processo que ocorre a formação da touceira da cana-de-açúcar e o estabelecimento da população de colmos que será colhida (DIOLA; SANTOS, 2010). O auge do perfilhamento está relacionado a total cobertura do solo pela folhagem das plantas e cada touceira possui o máximo de perfilhos (DIOLA; SANTOS, 2010).

O crescimento dos colmos inicia-se a partir dos 120 dias após o plantio (ou corte) e dura por até 270 dias, em um cultivo de doze meses, sendo o estágio mais importante do cultivo, pois é quando se acumulam aproximadamente 75% da matéria seca total (DIOLA; SANTOS, 2010).

Na maturação dos colmos ocorrem reduções nas taxas de crescimento da planta e aumento no acúmulo de sacarose nos colmos, tendo início de 270 a 360 dias após o plantio e podendo se prolongar por até seis meses (DIOLA; SANTOS, 2010).

Desde os primeiros plantios realizados no Brasil, algumas mudanças ocorreram com relação a forma com que a cana-de-açúcar é plantada, onde os sistemas de plantio mais comuns são o sistema semimecanizado, onde o sulco é aberto com auxílio de máquinas e os colmos depositados no sulco e segmentados manualmente, e o mecanizado, onde esses procedimentos são realizados por máquinas (LANDELL et al., 2012). O setor produtivo sucroalcooleiro já apresenta um sistema de plantio mais moderno e tecnificado que visa maior rentabilidade, fazendo com que nos últimos anos surgissem estudos e pesquisas a fim de desenvolver novos sistemas de plantio ainda mais eficientes.

2.2 O sistema de mudas pré-brotadas (MPB) na produção de cana-de-açúcar

Com o intuito de solucionar os problemas enfrentados com o alto consumo de colmos e a incorporação dos mesmos na produtividade da cana, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou um sistema inovador de propagação da cana-de-açúcar (LANDELL et al., 2012). A diferença para o sistema convencional está nas seguintes etapas: no sistema convencional abrem-se os sulcos e os colmos sementes são colocados dentro; no sistema MPB entram as mudas pré-brotadas ao invés do colmo semente, ou seja, são levadas para o campo as mudas já prontas para o plantio (XAVIER et al., 2014).

Dentre as principais vantagens do MPB estão o menor volume de mudas a serem transportadas para o campo de plantio e a melhor qualidade fitossanitária da muda. Para o plantio de um hectare de cana no sistema convencional utiliza-se de 18 a 20 toneladas, sendo que no MPB esse volume diminui para duas toneladas (GOMES, 2013). Em tese, a diferença de volume que seria perdido, caso enterrado para formação de mudas, poderia ser direcionado à outras finalidades dentro da agroindústria, aumentando o lucro do setor sucroenergético, isso porque, com a adoção do sistema MPB, a indústria diminuiria a sua área de produção de mudas, podendo destiná-la para a produção comercial/industrialização da cana-de-açúcar (GOMES, 2013).

O sistema MPB aumenta a uniformidade nas linhas de plantio e consequentemente reduz falhas. Há também o uso de maquinários como a transplantadora de mudas, que tem menor custo em relação ao maquinário usado no sistema convencional, e ainda, o estímulo à indústria de maquinário, com foco no desenvolvimento de máquinas compatíveis ao sistema MPB (GOMES, 2013).

Para iniciar a produção de mudas pelo sistema MPB, são utilizados colmos produzidos em viveiros básicos, os quais são submetidos previamente aos manejos e protocolos de qualidade, onde são necessárias seis etapas em um período aproximado de 60 dias (LANDELL et al., 2012).

a) Etapa 1 – Retirada dos colmos, corte e preparo dos minirrebolos:

Realizada a partir de viveiros básicos, com idade fisiológica de seis a dez meses, em que se pode aproveitar ao máximo todas as gemas ao longo do colmo. O procedimento possibilita a seleção das gemas mais vigorosas (BRAGA, 2016).

b) Etapa 2 – Tratamento das gemas:

O tratamento fitossanitário dos minirrebolos é realizado com produtos à base de azoxistrobina ou pyraclostrobin a 0,1% na solução. O método utilizado para a desinfecção é a imersão em solução por três minutos. Outros tratamentos complementares como promotores de enraizamento poderão ser utilizados com o objetivo de aumentar e ampliar a sanidade e o vigor das mudas (BRAGA, 2016).

c) Etapa 3 – Brotação:

Conduzida em casa de vegetação climatizada, em que caixas plásticas vazadas para drenos são utilizadas para a brotação dos minirrebolos. Estes serão acondicionados sobre substrato dentro das caixas de brotação que serão posteriormente cobertos com uma fina camada de substrato (BRAGA, 2016).

Um período entre sete e dez dias, dependendo da variedade e da idade fenológica da gema, deverá ser o suficiente para alcançar com êxito a máxima brotação (BRAGA, 2016).

d) Etapa 4 – Individualização ou repicagem:

A individualização ocorre logo após a brotação e os minirrebolos brotados são acondicionados em tubetes (BRAGA, 2016).

e) Etapa 5 – Aclimação fase I:

Após a individualização, os tubetes com o material vegetal brotado permanecem por um período de 21 dias em casa de vegetação climatizada, mantida elevada a umidade relativa do ar e a frequente irrigação por nebulização na casa de vegetação, a fim de reduzir os danos provocados por altas temperaturas e garantir o bom desenvolvimento das mudas individualizadas (BRAGA, 2016).

f) Etapa 6 – Aclimação fase II:

Consiste na retirada das mudas da casa de vegetação e a sua permanência ao pleno sol sob bancadas. Este procedimento visa provocar a rustificação, ou seja, a adaptabilidade da

muda às condições encontradas no campo. Existe um controle da lâmina de irrigação durante este período, que é de 21 dias (BRAGA, 2016).

Após as seis etapas de execução citadas, a muda de cana já se encontra em condições de ser transportada para o plantio em campo (BRAGA, 2016).

2.3 Produtos estimulantes utilizados no plantio da cana-de-açúcar

2.3.1 Bioestimulantes

Com a utilização de técnicas avançadas para o cultivo de cana-de-açúcar, aumentos quantitativos e qualitativos na produção podem ser alcançados com a aplicação de reguladores vegetais, que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, promovendo alterações nos processos fisiológicos e possibilitando incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade das culturas (MARTINS; CASTRO, 1999; CAPUTO et al., 2008).

Em razão dos inúmeros benefícios obtidos com a aplicação dessas substâncias sobre as plantas cultivadas, combinações desses produtos têm sido estudadas, onde essas misturas são chamadas de estimulantes vegetais ou bioestimulantes e são eficientes quando aplicadas em pequenas doses, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento da planta, mesmo sob condições ambientais adversas (CASILLAS et al., 1986).

O bioestimulante atua de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, tais como germinação de sementes, vigor inicial de plântulas, crescimento e desenvolvimento radicular e foliar, além de produção de compostos orgânicos, aspectos que irão contribuir positivamente na obtenção de altos índices de produtividade com excelente qualidade nos produtos finais (VIEIRA; CASTRO, 2004).

Os bioestimulantes podem funcionar como ativadores do metabolismo das células, reativando processos fisiológicos nas diferentes fases de desenvolvimento, estimulando o crescimento radicular, induzindo a formação de novos brotos, além de poder melhorar a qualidade do produto (SILVA et al., 2010).

Por sua composição de múltiplos hormônios em baixas concentrações, bem como pelas doses recomendadas, a aplicação isolada de um bioestimulante dificilmente poderá regular ou manipular completamente um processo fisiológico, e o bioestimulante pode atuar como um complemento no auxílio da manutenção fisiológica, o que pode ser muito importante em condições ambientais adversas como secas e geadas ou de condições bióticas limitantes como intensos ataques de pragas e severidade de doenças (COSTA et al., 2011).

O Stimulate[®] é um produto da Stoller do Brasil Ltda., classificado como estimulante vegetal ou bioestimulante, definido como uma substância líquida, não viscosa, de coloração castanha, solúvel em água e de fácil e rápida absorção por sementes, raízes, ramos, folhas e frutos (VIEIRA; CASTRO, 2004). O Stimulate[®] pode ser aplicado misturado a inseticidas, fungicidas, herbicidas, inoculantes e fertilizantes foliares (CASTRO et al., 1998).

Apesar de já terem sido realizados estudos utilizando os bioestimulantes em diferentes culturas, os resultados obtidos até agora têm sido controversos, sendo necessárias, portanto, novas pesquisas para melhor avaliação dos efeitos destes produtos na agricultura, uma vez que seu uso tem sido propagado em várias regiões (VASCONCELOS, 2006).

2.3.2 Condicionadores de solo

Condicionadores de solo são produtos utilizados para reverter processos negativos de degradação do solo, agindo na restauração da fertilidade, promovendo ao solo a melhoria de propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, gerando uma melhor condição de crescimento das plantas. Dentre os principais condicionadores de solo estão o resíduo da fabricação de fertilizantes fosfatados solúveis em água, conhecido como gesso agrícola, alguns compostos orgânicos e o polímero retentor de água conhecido como hidrogel (LUZ, 2017).

O gesso agrícola é utilizado para distintas finalidades, destacando-se o efeito fertilizante pelo fornecimento de cálcio e enxofre, como condicionador de subsuperfície do solo, imobilizador do alumínio (Al^{3+}) e preventivo de enfermidades de plantas (VITTI et al., 2008).

Em relação aos compostos orgânicos, estes atuam na ciclagem e na retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade biológica (ROSCOE et al., 2006), resultando em maior ciclagem de nutrientes e aumento da CTC do solo (PAES et al., 1996). Desse modo, há liberação de compostos específicos com atuação direta ou indireta na redução de doenças de plantas (GHINI, 2001).

Caracterizados por suas propriedades em absorver e armazenar água, os hidrogéis, ou polímeros hidro retentores, são produtos naturais (derivados de amido) ou sintéticos (derivados do petróleo) (PREVEDELLO; BALENA, 2000), utilizados na agricultura para incrementar o desempenho agrônômico das plantas, especialmente ao aumentar a superfície de contato entre as raízes, água e nutrientes (AZEVEDO et al., 2002).

O UPDT[®] é um produto de marca registrada da UPL Brasil registrado para uso em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (BRASILBOR, 2019). Classificado como um polímero vegetal e condicionador de solo, o produto apresenta efeito no solo por 180 dias e pode absorver até 500 vezes sua massa em água promovendo a hidratação dinâmica da lavoura, redução dos estresses e maior atividade fisiológica para a planta (RUIZ, 2018).

O UPDT[®] é um produto 100% biodegradável, seguro e não tóxico, absorvendo e liberando água de forma lenta, conforme a necessidade do cultivo e a disponibilidade no ambiente (RUIZ, 2018). O UPDT[®] também se apresenta flexível na aplicação, que pode ser feita a seco na mistura com adubos, sozinho ou pré-hidratado, e dentre as funções do produto estão a preservação da disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como a redução da lixiviação excessiva (BRASILBOR, 2019).

2.3.3 Micronutrientes

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por sua absorção ocorrer em pequenas quantidades, o que se deve ao fato de não participarem de estruturas das plantas, mas da constituição de enzimas ou atuação com seus ativadores (DECHEN; NACHTIGALL, 2007). O zinco atua como cofator enzimático, sendo essencial para a atividade enzimática, tem a função de regulação e estabilização da estrutura proteica, afetando a síntese e conservação de auxina (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Absorvido na forma de MoO_4^{-2} , o molibdênio (Mo) apresenta importância para a cana-de-açúcar intimamente ligada ao metabolismo e a fixação biológica do nitrogênio (N) (SOBRAL; WEBER, 1983). As enzimas que contém Mo possuem funções tanto estrutural como catalíticas e estão 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). O Booster[®] pode ainda auxiliar no pegamento de flores,

desenvolvimento de frutos e enchimento de grãos em diversas culturas, resultando em maior produtividade (AGRICHEM, 2016).

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, enquadra-se como tropical de altitude.

A área utilizada 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.

O plantio das mudas pré-brotadas foi realizado em 24 de março de 2018, com a abertura de 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 m². No total, foram utilizadas aproximadamente 1.000 mudas, ou seja, uma população de 20.000 mudas por hectare (três mudas por metro de sulco).

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 e 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 colheabilidade, 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⁻¹ de P₂O₅; Ureia, na dose de 45 kg.ha⁻¹ de N e Cloreto de Potássio, na dose de 150 kg.ha⁻¹ de K₂O. Aos 67 dias após o plantio das mudas pré-brotadas (DAP), realizou-se uma adubação de cobertura com Ureia (dose de 40 kg.ha⁻¹, de N), em filete contínuo lateralmente à fileira de plantas, seguido de incorporação e manejo manual de plantas infestantes.

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.

Foram analisadas sempre as mesmas nove plantas por parcela, definidas em seis plantas na segunda linha (B) e três plantas na terceira linha (C), sendo a primeira e quarta linhas utilizadas como bordadura. Os produtos utilizados em cada tratamento e suas respectivas doses estão apresentados na Tabela 1.

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

Tratamento	Dose	Composição
T1. Testemunha (T)	0,5 L.ha ⁻¹	Água
T2. Bioestimulante Stimulate® (B)	0,5 L.ha ⁻¹	Ácido indolalcanóico, citocinina e giberelina
T3. Hidrogel UPDT® (H)	80 kg.ha ⁻¹	Polímero vegetal, Condicionador de solo
T4. Micronutrientes Booster® (M)	0,5 L.ha ⁻¹	Mo e Zn, extrato da alga Ecklonia
	(B) 0,5 L.ha ⁻¹	Ácido indolalcanóico, citocinina e giberelina
T5. Completo	(H) 80 kg.ha ⁻¹	Polímero vegetal, Condicionador de solo
	(M) 0,5 L.ha ⁻¹	Mo e Zn, extrato da alga Ecklonia

Os produtos foram aplicados no momento do plantio, junto às mudas, dentro dos sulcos de plantio.

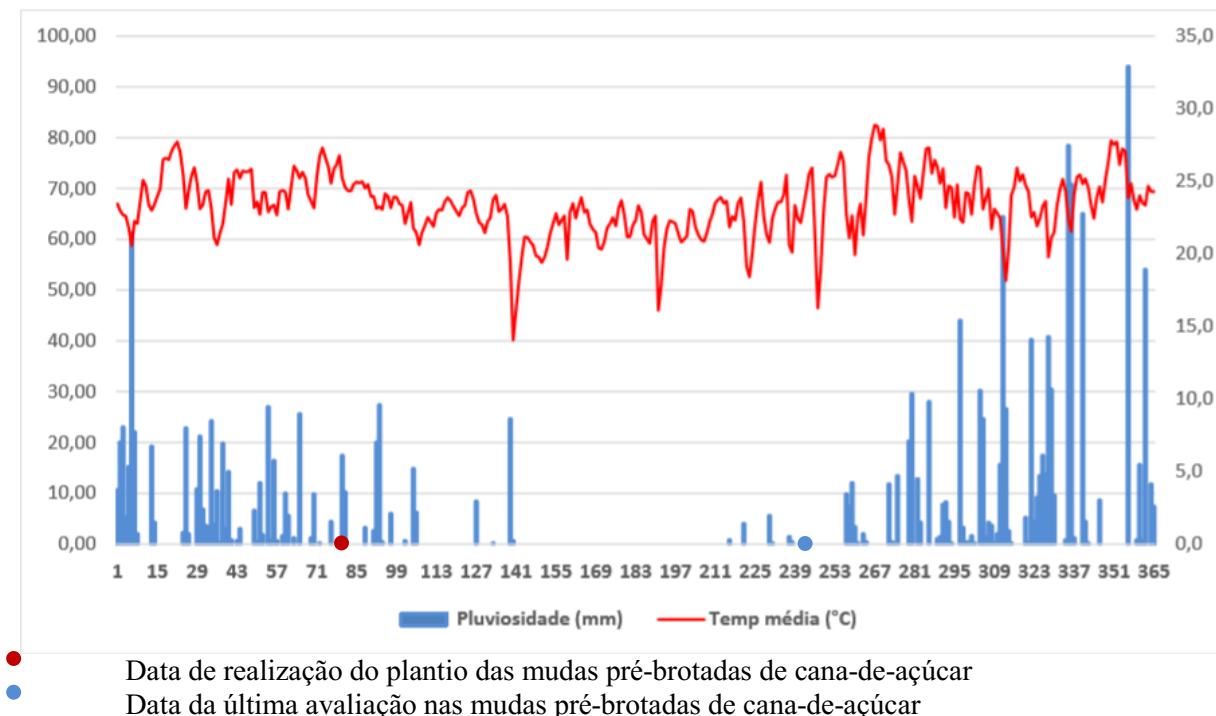
As avaliações foram realizadas nos perfilhos secundários das mudas pré-brotadas, sendo selecionadas e identificadas com fitas coloridas as plantas utilizadas, sendo as 3^a, 4^a, 5^a, 8^a, 9^a e 10^a plantas da segunda fileira de plantas e 5^a, 6^a e 7^a plantas da terceira fileira de plantas, analisando o crescimento e desenvolvimento desses perfilhos secundários durante as avaliações que foram realizadas aos: 56, 67, 97, 133 e 164 dias após o plantio (DAP).

Em cada parcela, nos nove perfilhos secundários selecionados foram realizadas as avaliações de altura (do nível do solo até o colar da folha mais nova e fotossinteticamente ativa, ou seja, a folha +1, de acordo com o sistema Kuijper, utilizando uma fita graduada em mm) e número de folhas fotossinteticamente ativas (folhas que estavam totalmente abertas e com o mínimo de 20% de área foliar verde).

Foram avaliados um total de 180 perfilhos secundários em cada época, sendo cinco épocas de avaliação, ou seja, 900 avaliações por fator de desenvolvimento, e considerando os dois fatores de desenvolvimento, temos 1800 avaliações de perfilhos secundários.

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 ($^{\circ}\text{C}$), 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.



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. Para o efeito das épocas de avaliação foi utilizada a análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura do segundo perfilho

O resultado obtido nas avaliações de altura do segundo perfilho em função dos bioestimulantes vegetais ao longo das épocas de avaliação destacaram diferenças entre os produtos utilizados, e também foi possível detectar um comportamento similar ao longo do desenvolvimento inicial, independente do produto utilizado.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados médios do efeito dos tratamentos sobre altura do segundo perfilho das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, considerando as cinco épocas de avaliação.

Tabela 2. Resultados médios obtidos da altura do segundo perfilho (cm) em função dos efeitos dos tratamentos considerando todas as épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).

Tratamentos	Altura (cm)
T5 - Completo (B + H + M)	10,8955 a*
T3 - Hidrogel (H)	10,2785 a b
T2 - Bioestimulante (B)	9,9220 a b
T4 - Micronutrientes (M)	9,8270 b
T1 - Testemunha (T)	9,0055 b
CV (%)	14,97

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

Na avaliação da altura do segundo perfilho (Tabela 2), observa-se que o tratamento completo (B, H, e M) apresenta resultado superior aos tratamentos Micronutrientes e Testemunha. Ainda na Tabela 2, é possível destacar que o tratamento completo não difere do uso isolado do Bioestimulante ou Hidrogel.

Em estudo realizado por Abrantes et al. (2011), avaliando o efeito da aplicação de Stimulate® em duas cultivares de feijão, foi observado que a aplicação do produto no estágio vegetativo proporcionou maior altura de plantas em comparação a testemunha, onde não havia a aplicação do produto. Segundo os autores, na fase vegetativa, a planta deve possuir maior quantidade de regulador de crescimento em relação à fase reprodutiva e, com a aplicação das doses do Stimulate® no estágio vegetativo, aumentou-se a quantidade destes

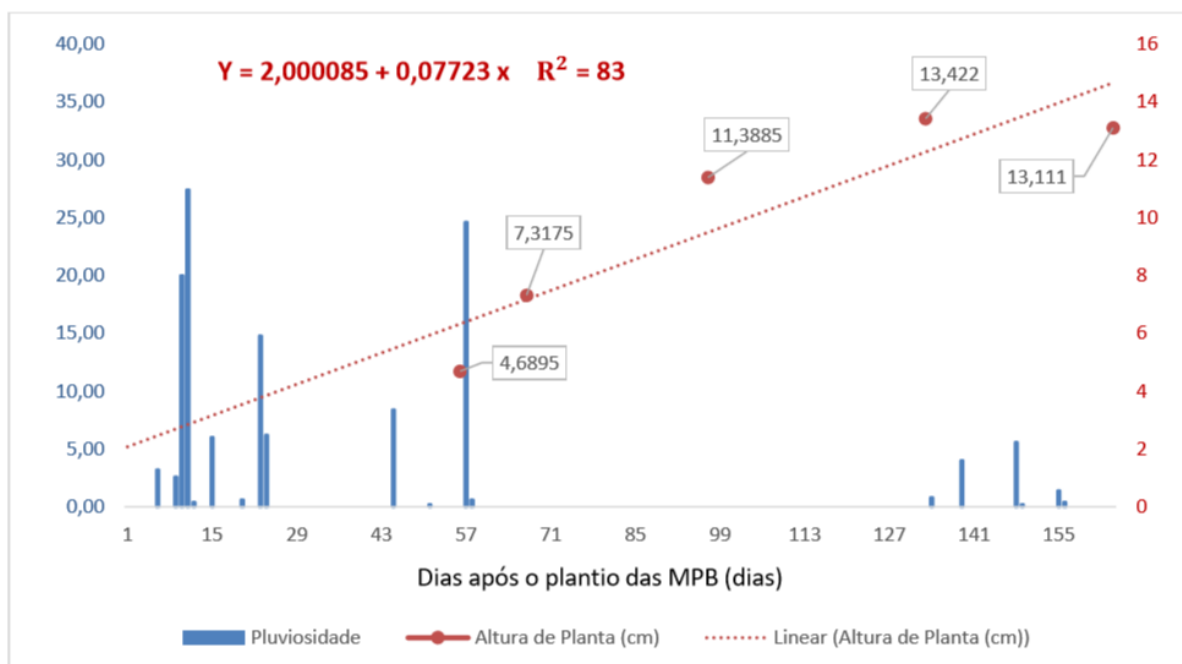
reguladores nas plantas. Como consequência, houve maior crescimento vegetativo. Resultados divergentes foram encontrados no presente trabalho, constatando que não houve diferença significativa entre o tratamento com uso isolado de Bioestimulante e a testemunha, o que pode se justificar em função de diferenças entre culturas.

Os melhores resultados, para a altura de segundo perfilho, foram encontrados no tratamento completo (B + H + M). Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al. (2013) ao avaliarem, na cultura do milho, três bioestimulantes e cinco épocas de amostragem. Estes autores constataram que bioestimulantes quando usados de maneira associada proporcionaram maior taxa de crescimento vegetativo inicial da cultura.

4.2 Altura do segundo perfilho nas épocas de avaliação

Na Figura 2 é apresentado o resultado médio da altura de segundo perfilho (cm) na forma de regressão em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).

Figura 2. Resultados médios da altura do segundo perfilho (cm) em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).



Nas pesquisas científicas com o uso de biorreguladores em cana-de-açúcar é comum a obtenção de resultados divergentes quanto à efetividade do método. Resultados encontrados por Castro et al. (1983) constataram que a pulverização de giberelina em diferentes doses na região apical das plantas, aos 112 dias antes da colheita, promoveram aumento na altura de plantas. Já Baracat Neto (2015), avaliando o efeito da utilização de Stimulate[®], em três tipos de propágulos, afirmou que não houve interferência do produto no desenvolvimento em altura de plantas de cana-de-açúcar aos 188 dias após o plantio (DAP). A explicação para o fato pode ser em função de Baracat Neto (2015) ter avaliado o desenvolvimento inicial de propágulos e Castro et al. (1983) terem avaliado o desenvolvimento final de plantas.

Merece destaque o fato de que as aplicações com os produtos utilizados não apresentaram efeito sobre o crescimento dos segundos perfilhos avaliados pela altura (Figura 2), ou seja, nesse sentido os resultados do presente trabalho estão de acordo com o

apresentado por Baracat Neto (2015) e ainda, que os perfilhos secundários ainda não atingiram seus potenciais máximos, demonstrados pela equação linear (Figura 2).

O crescimento observado até o presente momento nos segundos perfilhos, provavelmente, não foi influenciado, ou foi influenciado de forma similar pelos produtos utilizados, ou seja, o crescimento em altura foi resultante, principalmente, em função das condições ambientais e do tempo decorrido nas épocas de avaliação.

4.3 Número de folhas fotossinteticamente ativas

O resultado obtido nas avaliações número de folhas fotossinteticamente ativas do segundo perfilho em função dos tratamentos ao longo das épocas de avaliação destacaram diferenças entre os produtos utilizados, e também foi possível detectar um comportamento similar ao longo do desenvolvimento inicial, independente do produto utilizado.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados médios do efeito dos tratamentos sobre o número de folhas fotossinteticamente ativas do segundo perfilho das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Tabela 3. Resultados médios obtidos do número de folhas fotossinteticamente ativas (unidade) em função dos efeitos dos tratamentos considerando todas as épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).

Tratamentos	Nº Folhas (unid.)
T5. Completo (B + H +M)	2,6825 a*
T3. Hidrogel (H)	2,4230 b
T2. Bioestimulante (B)	2,2880 b
T4. Micronutrientes (M)	2,3440 b
T1. Testemunha (T)	2,2270 b
CV (%)	11,65

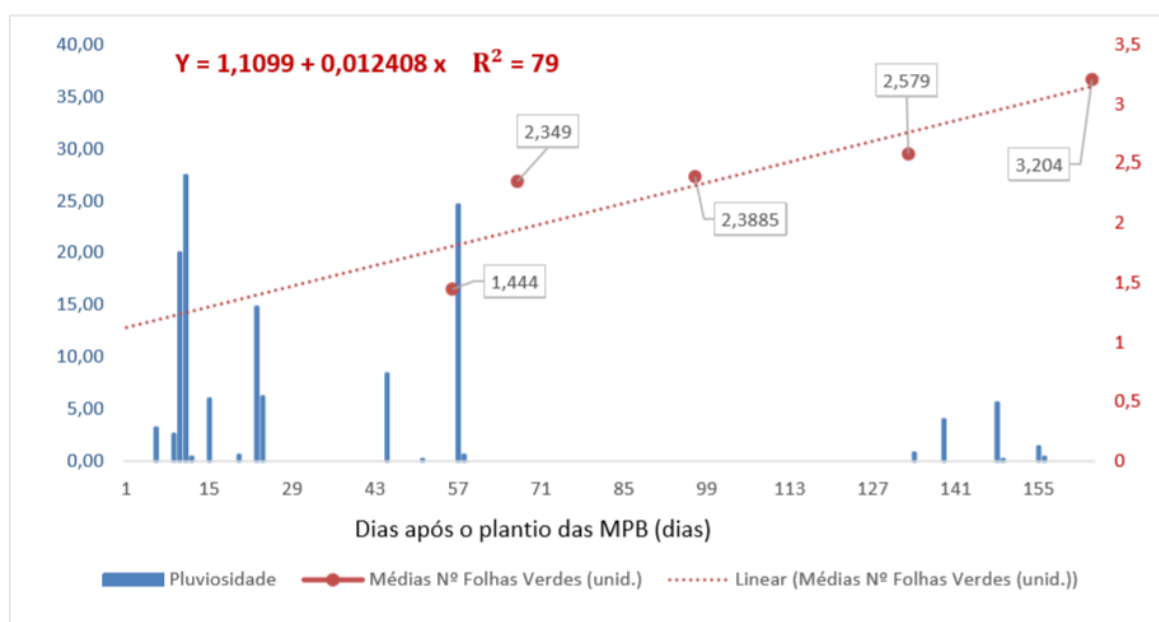
* Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Considerando o número de folhas fotossinteticamente ativas, observa-se na Tabela 3 que o tratamento Completo (B + H + M) apresenta resultado superior aos demais tratamentos, e mais ainda, que a utilização dos tratamentos isolados não diferem da testemunha, na qual não foi aplicado nenhum produto.

4.4 Número de folhas fotossinteticamente ativas nas épocas de avaliação

Na Figura 3 é apresentado o resultado médio do número de folhas fotossinteticamente ativas (unidade) na forma de regressão em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).

Figura 3. Resultados médios do número de folhas fotossinteticamente ativas (unidade) em função das épocas de avaliação (dias após o plantio das mudas pré-brotadas).



Merece destaque o fato de que as aplicações com os produtos utilizados não apresentaram efeito sobre as mudas pré-brotadas avaliadas em relação ao número de folhas fotossinteticamente ativas (Figura 3), e ainda, que tais parâmetros ainda não atingiram seus potenciais máximos, demonstrados pela equação linear.

O observado até o presente momento nos segundos perfilhos, provavelmente, não foi influenciado, ou foi influenciado de forma similar pelos produtos utilizados, ou seja, o aumento no número de folhas fotossinteticamente ativas foi resultante, principalmente, em função das condições ambientais e do tempo decorrido nas épocas de avaliação.

5. CONCLUSÕES

O uso do Bioestimulante, Hidrogel ou Micronutrientes isoladamente não influencia o crescimento inicial do segundo perfilho das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

O uso associado de Bioestimulante, Hidrogel e Micronutrientes apresenta efeito positivo no desenvolvimento inicial do segundo perfilho de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P. et al. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.

AGRICHEM BRASIL. **Booster® Mo + Zn**, Ribeirão Preto – SP; 2016. Disponível em: <<http://www.agrichem.com.br/produtos/booster>>. Acesso em: 21 Jun. 2019.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23 – 31, 2002.

BARACAT NETO, J. **Desenvolvimento e produção de cana-de-açúcar em função do propágulo utilizado**. Dissertação de mestrado em Ciência - Fitotecnia. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p.78, 2015.

BRAGA, N. C. C. **Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em substratos comerciais e alternativos com subprodutos da indústria canavieira**. Dissertação de mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, p. 5 – 7, 2016.

BRASILBOR. **Polímero Vegetal**, UPDT®. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.brasilbor.com.br/produto/updt/>>. Acesso em: 21 Jun. 2019.

CAPUTO, M. M. et al. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciência**, Caracas, v. 32, n.12, p. 834-840, 2008.

CASSILLAS, V. J. C. et al. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronômica**, Palmira, v. 36, n. 32, p. 185-195, 1986.

CASTRO, P.R.C; MARTINELLI, C.; DEMÉTRIO, C. G. B. Ação da giberelina no crescimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v 101, n 1/3, p. 22-25, 1983.

CASTRO, P.R.C; PACHECO, A.C; MEDINA, C.L. Efeitos de stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira “pêra” (*Citrus sinensis* L. Obeck). **Scientia Agrícola**, v.55, n.2, p. 338-341, 1998.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento – Secretaria da Produção e Comercialização. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Terceiro levantamento, v.5, n.3, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 25 jan 2019.

COSTA, N.L., DAROS, E.; MORAES, A. Utilização de bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 22, Ed. 169, Art. 1137, 2011.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. (Ed.). Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 91-132, 2007.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas. **Editora UFV**, Viçosa. p. 25-49, 2010.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônômico no seu estabelecimento no Brasil. In: Cana-de-açúcar. 1. ed. **Revista Campinas: Instituto Agrônômico**, Cap. 1, p. 31-44, 2008.

GHINI, R. Alternativas para substituir o brometo de metila na agricultura. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 162, 2001.

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

KOPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter, p.388, 1931.

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. **Revista Campinas: Instituto Agrônômico**, 2. ed. p.16, 2012. (Documentos IAC, 109).

LUZ, A. L. F. **Fertilizantes, coberturas e condicionadores de solo no controle da cercosporiose do cafeeiro**. Dissertação de mestrado em Agronomia - Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, p. 16, 2017.

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

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

MICROGEO. **Principais Vantagens**. Associações biológicas. Limeira, 2013. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/paginas/conheca_o_produto/principais_vantagens>. Acesso em: 28 Nov. 2018.

PAES, J. M. V. et al. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. **Revista Ceres**, v. 43, p. 337-392, 1996.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. O. Efeitos de polímeros hidro retentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 251- 258, 2000.

RIDESA - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo Nacional de Variedades “RB” de cana-de-açúcar**, Curitiba, p. 136, 2010.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. **Embrapa Agropecuária Oeste**, Dourados, p. 304, 2006.

RUIZ, L. **Tecnologia promete melhorar o aproveitamento da irrigação no manejo de MPBs**. Cana Online, Ribeirão Preto. 03 Jul. 2018. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/tecnologia-promete-melhorar-o-aproveitamento-da-irrigacao-no-manejo-de-mpbs.html>> .Acesso em: 21 Jun. 2019.

SANTOS, V.M. dos, MELO, A.V., CARDOSO, D. P., GONÇALVES, A. H., VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 307-318, 2013.

SEGATO, S. V., MATTIUZ, C. F. M., MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V., PINTO, A. S., JENDIROBA, E., NÓBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: 2, p. 19-36, 2006.

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

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

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Cosmópolis: **Stoller do Brasil**, p. 74, 2004.

VITTI, C. G. et al. E. Uso do gesso em sistemas de produção agrícola. Piracicaba, SP. **GAPE**, p. 104, 2008.

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. Fatores de Desuniformidade e Kit de Pré-Brotção IAC para Sistema de Multiplicação de Cana-de-Açúcar – Mudanças Pré-Brotadas (MPB). **Documentos IAC**, Campinas, n.º 113, p. 22, 2014.

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 Jun. 2019.