

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - ICIAG
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PAULO DE PAULA BASÍLIO

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO BROTO PRINCIPAL E PERFILHAMENTO
DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM FUNÇÃO DO USO DE
BIOESTIMULANTE, MICRONUTRIENTES E HIDROGEL**

UBERLÂNDIA - MG

2019

PAULO DE PAULA BASÍLIO

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO BROTO PRINCIPAL E PERFILHAMENTO
DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM FUNÇÃO DO USO DE
BIOESTIMULANTE, MICRONUTRIENTES E HIDROGEL**

Professor Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia – UFU, para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Professor Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

UBERLÂNDIA - MG

2019

PAULO DE PAULA BASÍLIO

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO BROTO PRINCIPAL E PERFILHAMENTO
DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM FUNÇÃO DO USO DE
BIOESTIMULANTE, MICRONUTRIENTES E HIDROGEL**

Professor Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Agronomia, da
Universidade Federal de Uberlândia – UFU, para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Professor Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

Uberlândia, 10 de julho de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Hamilton Kikuti
UFU
(Orientador)

Prof. Dra. Ana Lúcia Pereira Kikuti
IFTM – Campus Uberlândia
(Membro da Banca)

Eng. Agron. Marina Freitas e Silva
(Membro da Banca)

SUMÁRIO

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. Cana-de-açúcar.....	8
2.2. Mudas pré-brotadas.....	8
2.3. Reguladores de crescimento.....	8
2.4. Micronutrientes.....	10
2.5. Condicionadores de Solo.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1. Número de folhas fotossinteticamente ativas.....	15
4.2. Número de folhas fotossinteticamente ativas nas épocas de avaliação.....	18
4.3. Altura do broto principal.....	20
4.4. Altura do broto principal nas épocas de avaliação.....	22
4.5. Número de perfilhos.....	23
4.6. Número médio de perfilhos nas épocas de avaliação.....	25
5. CONCLUSÕES.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	27

BASÍLIO, P.P. **Desenvolvimento inicial do broto principal e perfilhamento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, em função do uso de bioestimulante, micronutrientes e hidrogel.** 32p. 2019.

RESUMO

O Brasil é maior produtor mundial de cana-de-açúcar, desta forma diversas tecnologias são incorporadas anualmente a essa cultura com o intuito de aumentar e melhorar sua produção, produtividade e qualidade. Entre as tecnologias mais recentes estão a utilização de bioestimulantes, micronutrientes e o hidrogel. Objetivou-se determinar a relevância da utilização dos bioestimulantes, micronutrientes e do hidrogel no crescimento e desenvolvimento inicial do broto principal das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, variedade RB85 5453, em plantio de cana de ano e meio. O trabalho de campo foi realizado em área experimental do Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia – UFU com implantação em 24 de março de 2018. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, composto por 5 tratamentos (T1- Testemunha; T2- Bioestimulante, 0,5L.ha⁻¹; T3- Hidrogel, 80kg.ha⁻¹; T4- Micronutrientes, 0,5L.ha⁻¹; T5- Completo: Bioestimulante, 0,5 L.ha⁻¹; Hidrogel, 80kg.ha⁻¹; Micronutrientes, 0,5 L.ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio, e quatro repetições. Área de aproximadamente 600 m², foi preparada, de forma convencional, com auxílio de arado de aivecas, grade aradora e niveladora. Foi realizada a sulcação e adubação com 20 kg.ha⁻¹ de N, 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg.ha⁻¹ de K₂O, antes da implantação das unidades experimentais que foram dispostas em quatro fileiras de plantas com quatro metros de comprimento, espaçadas de 1,5m entre si, e com uma densidade de três mudas pré-brotadas por metro. No período de 14 a 164 dias após o plantio foram realizadas oito avaliações no perfilhamento das mudas pré-brotadas, e também, na altura e número de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Os bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes não apresentam influência sobre o desenvolvimento inicial do broto principal das mudas pré-brotadas da cana-de-açúcar. O perfilhamento das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar não é influenciado pelos bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes.

Palavras-chave: *Saccharum spp.*; crescimento inicial; regulador de crescimento.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o principal produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum spp. L.*) do mundo. Os principais produtos dessa são o açúcar, o álcool combustível e mais recentemente, o biodiesel e a biomassa; sendo assim, uma das principais fontes de divisas para o Brasil. Além disso o Brasil é o país com maior potencial agrícola para suprir alimentos, fibras e energias para a população mundial nos próximos anos, sendo o maior produtor de cana-de-açúcar, com uma área de aproximadamente 9 milhões de hectares e produção de aproximadamente 600 milhões de toneladas, resultado do aumento do desenvolvimento e utilização de tecnologias, que resultaram em melhorias da produção agrícola.

A cultura da cana-de-açúcar é uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil, e incorpora constantemente inovações no seu sistema de produção, visando uma planta mais resistente, de qualidade e altamente produtiva. A implementação de novas tecnologias como as de Mudas Pré-Brotadas (MPB), podem auxiliar no aumento da produtividade dessa cultura. por auxiliar na melhor disposição das mudas no plantio, diminuindo a competição entre plantas. Essa tecnologia proporciona uma redução do volume gasto de colmos por hectare, redução da mão de obra, redução de logística de transporte de toletes, além de apresentar melhor sanidade das mudas.

Outro exemplo de tecnologias utilizadas no cultivo da cultura da cana-de-açúcar é a utilização de bioestimulantes, esse tem como objetivo promover um controle hormonal nas plantas cultivadas, que pode proporcionar alterações em processos vitais e estruturais, incrementos no teor de sacarose, precocidade de maturação e aumento na produtividade.

Os bioestimulantes são combinações de reguladores vegetais ou associação desses com outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Sendo estes ativadores do metabolismo das células, podendo promover maior vigor ao sistema imunológico, reativar processos fisiológicos nas diferentes fases de desenvolvimento, induzir a formação de novos brotos, melhorar a qualidade e quantidade de colmos industrializáveis e estimular o crescimento radicular proporcionando uma maior resistência nos períodos com poucas chuvas.

Outra importante novidade objetivando reduzir a vulnerabilidade das mudas de cana-de-açúcar no pós-plantio pela escassez de água, e que vem sendo utilizados são os hidrogéis. São caracterizados por serem polímeros vegetais recomendados para uso na agricultura como condicionadores de solo, que podem absorver até 500 vezes a sua massa em água, disponibilizando para a planta 95% dessa água absorvida. Esses hidrogéis, são polímeros que possuem capacidade de retenção de água maior do que o solo, porém menor que das raízes das

plantas, sendo assim conseguem reter água e disponibilizar para as plantas quando necessário, o que faz com que haja maior retenção de água e nutrientes no solo, por serem imediatamente liberados para as raízes.

Diante dessas tecnologias, como mudas pré-brotadas, bioestimulantes e hidrogéis, objetivou-se avaliar a eficácia desses produtos em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, observando o desenvolvimento e quantidade de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal e perfilhamento das mudas pré-brotadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cana-de-açúcar

Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para agronegócio brasileiro, sendo esta uma das culturas que mais se expande no país, devido ao aumento da demanda mundial por etanol. A cana ocupa uma área de 8,6 milhões de hectares no território brasileiro, e tem como maior produtor o estado de São Paulo com 4,4 milhões de hectares, seguido por Goiás e Minas com 917 e 848 mil hectares respectivamente. Na safra 18/19 a produção nacional atingiu 620 milhões de toneladas, dos quais 67% foram produzidas na região Sudeste (CONAB, 2019).

O aumento da produção de cana-de-açúcar não é devido apenas a expansão de área de cultivo, o uso de outras vias, como o desenvolvimento de novas variedades e o melhor manejo nutricional auxiliam na produtividade canavieira (BECARI, 2010).

Um adequado suporte nutricional para a cultura, envolve calagem, adubação NPK e rotação de culturas (MELLIS et al., 2008), adicionalmente, a utilização de gessagem, assim como a utilização de micronutrientes, se destacam para um completo aporte nutricional para obtenção de elevadas produtividades. Existem algumas recomendações alternativas com micronutrientes, mas são menos utilizadas nas operações de adubação, o que pode levar a menor expressão fisiológica e produtiva da cultura da cana, reduzindo a expressão de todo seu potencial produtivo.

2.2 Mudanças pré-brotadas

O método tradicional de plantio de mudas vem sendo utilizado no Brasil desde 1532, período em que chegaram as primeiras mudas no país, desde então não tiveram grandes mudanças, até que surgiu o plantio por mudas pré-brotadas (MPB). Essa alternativa de plantio é uma das mais novas tecnologias de implantação de mudas em um canavial, trazendo diversos benefícios para a cultura, dentre eles maior produção, elevado padrão fitossanitário e vigor de plantas (LANDELL et al., 2012).

O sistema de multiplicação das MPB vem contribuindo para a produção mais rápida e de melhor qualidade de mudas, bem como contribuindo para uma melhor uniformidade no estabelecimento de mudas, reduzindo número de falhas e também volume de toletes gastos por hectare (LANDELL et al., 2012). A utilização dessa tecnologia pode ser empregada na implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais e renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar (TONIELI et al., 2012).

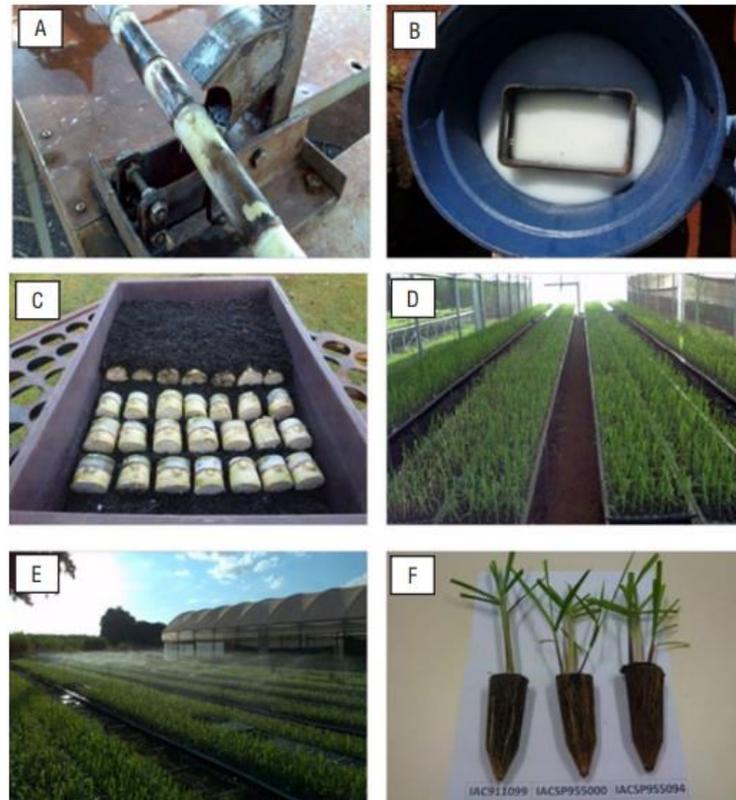
A implantação de um hectare de cana-de-açúcar no modelo convencional, tem-se o custo entorno de R\$ 7.300,00, já na implantação com MPB, o produtor teria que investir algo em torno de R\$ 6.000,00 por hectare (BRITO, 2019).

A redução da quantidade de cana necessária para a implantação passa de vinte toneladas no modelo convencional contra duas toneladas no sistema de MPB. Além da redução do custo, o sistema oferece outras vantagens como a redução das falhas de plantio, a menor compactação do solo, já que são utilizadas máquinas menores e mais leves, e o aumento considerável na produtividade, que pode chegar a 40% (BRITO, 2019).

A produção das MPB segue as seguintes etapas (LANDELL et al., 2012):

- Corte de mini-toletes: sugere-se a utilização de um sistema de guilhotina com duas lâminas devidamente desinfetada (XAVIER, et al., 2008), com espaçamento entre as lâminas de aproximadamente 3 cm (Figura 1 a).
- Tratamento dos mini-toletes: realiza-se seleção visual dos minirebolos para verificar se estão visualmente saudáveis, dando atenção principal para as gemas, logo após recebem um banho térmico a 52 °C por 30 min, seguido por tratamento com fungicidas (Figura 1 b).
- Brotação: são utilizadas caixas com substrato próprios para o plantio das mudas, tais caixas são levadas para estufa onde são mantidas a 32°C e com irrigação suficiente para garantir a manutenção do processo de pré-brotação (Figura 1 c).
- Repicagem: após 12 dias na estufa são feitas as individualizações das gemas e são colocadas em tubetes ou bandejas próprias.
- Aclimação: os tubetes permanecem em aclimação durante 21 dias. As lâminas e os turnos de irrigação ocorrem de acordo com o desenvolvimento das plantas. No fim dessa etapa, há uma poda foliar que tem por objetivo estimular o desenvolvimento radicular e minimizar as perdas de água (Figura 1 d).
- Rustificação: as MPB são levadas para o sol com o objetivo de se tornarem aptas a irem para o campo. Há quatro turnos de rega durante o dia totalizando 4 mm/dia. O manejo de podas foliares é intensificado, com três podas ao longo de 21 dias. Esta é a última etapa do processo e as mudas já estão em condições para serem retiradas do tubete e irem para o plantio no campo (Figura 1 e).

Figura 1. Sequência de etapas do Sistema MPB: corte dos mini-toletes (a), tratamento químico (b), caixa de brotação (c), aclimatação (d), rustificação (e), MPB finalizada (f).



Fonte: Xavier, et al., 2014.

2.3 Reguladores de crescimento

O incremento de novas tecnologias e práticas de manejo, como o melhoramento genético de plantas, proporcionando plantas mais tolerantes aos ataques de pragas e doenças, e aplicação de insumos agrícolas contribuíram para o aumento na produtividade brasileira (CONAB, 2016). Assim, os bioestimulantes, têm despertado atenção dos produtores e técnicos, com crescente aumento de uso nas lavouras e um mercado inovador na cadeia do agronegócio.

Visto os inúmeros benefícios obtidos com a aplicação desses produtos sobre as plantas cultivadas, os chamados bioestimulantes ou estimulantes vegetais estão cada vez mais presente no manejo do produtor rural (CASILLAS et al., 1986). São produtos eficientes quando aplicados em pequenas doses, pois favorecem o crescimento e o desenvolvimento da planta, mesmo sob condições ambientais adversas (CASILLAS et al., 1986). Estes funcionam como ativadores do metabolismo das células, ajudam nos processos fisiológicos nas diferentes fases de desenvolvimento, dão vigor ao sistema imunológico, estimulam o crescimento de raízes, induzem a formação de novos perfilhos, melhoram a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar, entre outros benefícios (SILVA et al., 2010).

O desenvolvimento vegetal é regulado basicamente por cinco tipos principais de hormônios, que em geral são: auxinas, giberelina, citocinina, etileno e ácido abscísico (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A citocinina é um hormônio ligado ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais, que controla o alongamento e divisão celular (NISHIMURA et al., 2004). Além disso, segundo Davies (2004), as citocininas também atuam na diferenciação celular, promovendo brotações laterais, tendo um melhor desenvolvimento de plantas e conseqüentemente esse efeito atua na expansão das folhas em função do seu alongamento celular, sendo associado ao crescimento do sistema radicular das plantas. Outra importante função fisiológica da citocinina é que pode elevar a abertura estomática nas plantas. Quando se tem estresse hídrico, as baixas concentrações deste hormônio estão relacionadas ao mecanismo de fechamento estomático (CASTRO et al., 2005).

Já a giberelina é um hormônio vegetal que tem efeitos notáveis no crescimento celular, principalmente no alongamento do caule, influenciando também no crescimento foliar. Portanto as giberelinas podem causar hiperlongação do colmo e promover a divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2004, CASTRO et al., 2005, FLOSS, 2008).

As giberelinas estão envolvidas na regulação do crescimento, floração e ciclo celular da planta, apresentando efeitos fisiológicos e aplicações nas mudanças de fase, indução floral e determinação do sexo das plantas (CASTRO et al., 2005). Na cana-de-açúcar a giberelina produz um estímulo no crescimento do caule, podendo ser aplicada para aumento em produtividade (WEAVER, 1972).

O uso de bioestimulante pode ser uma alternativa para auxiliar as plantas na superação de estresses abióticos, uma vez que atuam como incremento hormonal e nutricional. A aplicação de reguladores de crescimento nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como sua utilização no tratamento de sementes, pode estimular o crescimento radicular, atuando na recuperação mais acelerada das plântulas em condições desfavoráveis, tais como déficit hídrico (LANA et al., 2009).

2.4 Micronutrientes

Os micronutrientes são elementos necessários a manutenção do organismo das plantas, por serem nutrientes essenciais, embora sejam requeridos em pequenas quantidades, devem estar sempre presentes na nutrição das plantas, pelo fato de não participarem ativamente das estruturas da planta, mas da constituição de enzimas ou então atuar com seus ativadores (ROSSETO; DIAS, 2005).

O zinco é considerado um dos principais micronutrientes para as plantas, participando como componente de um grande número de enzimas, no metabolismo de carboidratos, proteínas e fosfatos, além de afetar a síntese e conservação de auxinas, metabolismo dos fenóis e aumento do tamanho e multiplicação celular (BORKERT, 1989; TAIZ et al., 2004).

Outro micronutriente de importância para o desenvolvimento da cana-de-açúcar é o molibdênio. O molibdênio está diretamente relacionado com a formação das molibdo-enzimas, proteínas responsáveis pela transferência de elétrons das reações de formação das enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato (SFREDO et al., 1997). O resultado da deficiência de molibdênio é a redução na concentração de clorofila nas folhas, acarretando um decréscimo de eficiência da fotossíntese e a degradação do metabolismo do nitrogênio (BORKERT, 1989).

2.5 Condicionadores de solo

De acordo com Kampf, (1999), qualquer produto adicionado ao meio poroso (solo) com o objetivo de melhorar suas propriedades podem ser chamados de condicionadores de solo. Entre esses produtos estão os polímeros hidroabsorventes, que têm habilidades em absorver cerca de 500 vezes seu próprio peso em água (FRANCO, 2016).

Os condicionadores de solo foram testados na agricultura, horticultura e paisagismo no início dos anos 60, porém alguns experimentos provaram que os mesmos eram fitotóxicos, por apresentarem um alto resíduo do monômero acrilamida e o uso de condicionadores foram entrando em desuso (TERRACOTTEM, 1998).

Mesmo com o avanço das tecnologias, no qual diminuiu as concentrações de monômero, a literatura científica mostrou pouco sucesso no uso desses polímeros em relação ao aumento da qualidade e rendimento das colheitas (TERRACOTTEM, 1998).

As pesquisas com condicionadores de solo voltaram somente no início dos anos 80, com o aparecimento de uma nova geração de polímeros e co-polímeros das famílias da propenamida e propenamida-propenoato (TERRACOTTEM, 1998).

Esses polímeros possuem capacidade de retenção de água maior do que o solo, porém menor que das raízes das plantas, sendo assim conseguindo reter água e disponibilizar para a planta assim quando necessário. Isto faz com que haja maior retenção de água e nutrientes no solo, por serem imediatamente liberados para as raízes (AZEVEDO et al., 2002). Albuquerque et al. (2009) relatam que algumas características do solo, como porosidade, capacidade de armazenamento e evaporação, podem ser alteradas promovendo mudanças nos fatores de produção, como frequência de irrigação e doses de nutrientes recomendados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), situada no município de Uberlândia na BR-050, km 78, entre as coordenadas 18°57'30" S e 48°12'0" W, com implantação no dia 24 de março de 2018. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen enquadra-se como tropical de altitude (Aw).

Para a realização do experimento a área foi preparada previamente de forma convencional, com arado de aivecas, grade aradora e niveladora, a partir desse preparo abriu-se 16 sulcos, de 20 metros de comprimento, espaçados à 1,5 metros. A abertura dos sulcos foi realizada com sulcador de duas hastes, em uma área de aproximadamente 600 m². Antes da implantação das unidades experimentais, nos sulcos de plantio realizou-se adubação com 20 kg.ha⁻¹ de N, 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg.ha⁻¹ de K₂O e posteriormente incorporou ao solo tais fertilizantes.

No plantio foram implantadas as MPB da variedade RB855453, em covas dentro do sulco, com o auxílio de uma cavadeira, espaçadas entre si à 33 cm. Para isso utilizou-se 960 mudas na área, totalizando uma população final de 20 mil mudas por hectare.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos, sendo aplicados no dia do plantio, sendo o tratamento 1 (T1) correspondente as mudas da testemunha que não foram submetidas a nenhum tratamento, apenas pulverização com água com um volume de 200 L.ha⁻¹, as mudas correspondentes ao tratamento 2 (T2) foram submetidas a aplicação de 0,5 L.ha⁻¹ de bioestimulante comercial com um volume de calda de 200 L.ha⁻¹, sendo pulverizado no entorno da cova e sobre a raiz da muda, no tratamento 3 (T3) foram aplicados 80 kg.ha⁻¹ do hidrogel no entorno da cova, no tratamento 4 (T4) foram aplicados de 0,5 L.ha⁻¹ de micronutrientes (Mo e Zn) com volume de 200 L.ha⁻¹, sendo pulverizado entorno da cova e sobre a raiz da muda, e no tratamento 5 (T5) foram aplicados todos os produtos seguindo os mesmos procedimentos(0,5 L.ha⁻¹ de bioestimulante, 80 kg.ha⁻¹ de hidrogel e 0,5 L.ha⁻¹ de micronutrientes (Mo e Zn).

Na Tabela 1 são apresentadas as composições dos produtos utilizados.

Tabela 1. Composição dos produtos utilizados nas mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

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

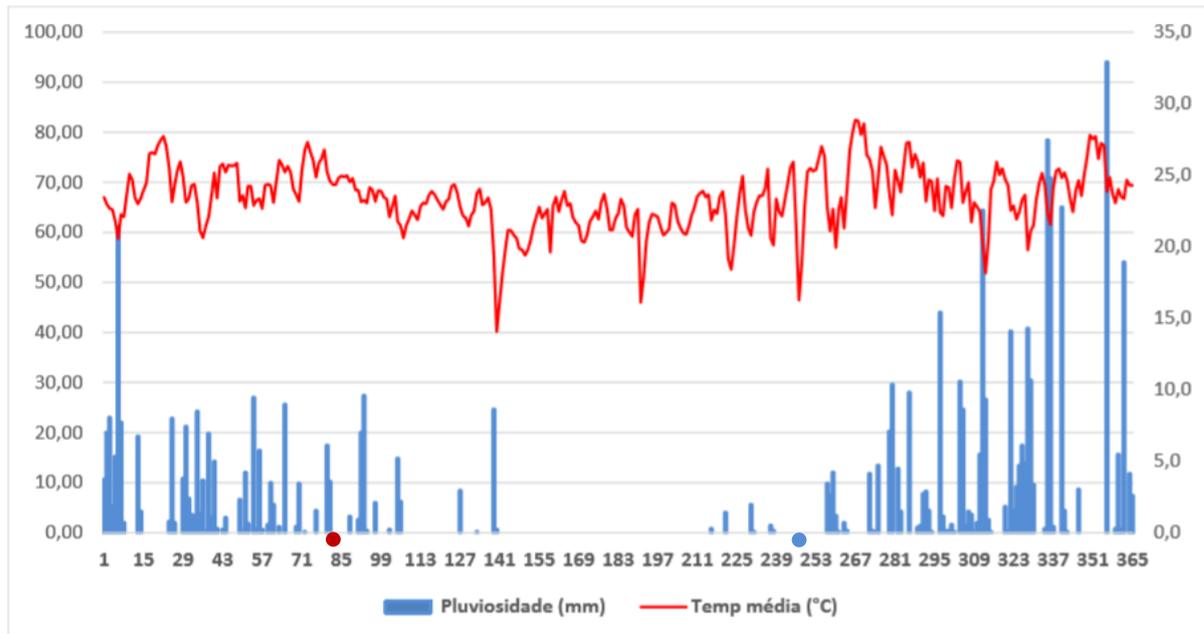
*Composição não obtida ou não disponibilizada pela empresa detentora do produto.

Após o plantio, foi realizada a irrigação nos sulcos de plantio, visando o estabelecimento das mudas. Para isso adotou-se uma lâmina de água de 6,5 mm que foi aplicado através de um tanque com capacidade de 3 mil litros.

Avaliou-se altura do broto principal, (utilizando uma trena graduada em mm e medindo do solo até o ápice da bainha da folha +1), números de folhas fotossinteticamente ativas (verdes) e números de perfilhos por MPB de cana-de-açúcar. Todas as avaliações foram realizadas aos 14, 28, 42, 56, 67, 97, 133 e 164 dias após o plantio (DAP).

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 2.

Figura 2. Dados médios de temperatura, em graus Celsius ($^{\circ}$ 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.



- Data de realização do plantio das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar
- Data da última avaliação nas mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

Aos 67 DAP, realizou-se adubação de cobertura em todas as parcelas com $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, utilizando-se Ureia 45% N, no sulco de plantio e coberto com solo com auxílio de enxadas. No acompanhamento do desenvolvimento das MPB no campo, foi realizado o monitoramento de pragas e doenças e não foi necessária a adição de manejos químicos para o controle de pragas ou doenças.

A área de cada parcela foi de 4 fileiras de plantas espaçadas entre si de 1,5m, e com 5 metros de comprimento. As plantas analisadas foram sempre as mesmas, para que houvesse maior homogeneidade entre as avaliações, sendo identificadas com fitas coloridas e utilizadas 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 seu crescimento e desenvolvimento durante as avaliações.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010), e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias Tukey ($p < 0,05$). O efeito de épocas foi analisado por regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise estatística realizada da altura e número de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal em função dos produtos nas oito datas de avaliação, detectando efeito significativo para os produtos e datas de avaliação.

4.1 Número de folhas fotossinteticamente ativas

Não houve diferença significativa entre os produtos testado, para o número de folhas fotossinteticamente ativas.

Tabela 2. Resumo do resultado do número médio de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal em função dos tratamentos estimulantes considerando todas as épocas de avaliação.

Tratamento	Número Médio de Folhas Fotossinteticamente ativas (unid.)
T1 - Testemunha (T)	3,970 a*
T2 - Bioestimulante (B)	3,726 a
T3 - Hidrogel (H)	3,883 a
T4 - Micronutrientes (M)	3,898 a
T5 - Completo (B+H+M)	3,995 a
C.V. (%)	14,14

*As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
CV = Coeficiente de Variação.

Além disso, observou-se que não houve diferença significativa entre a aplicação dos produtos testados (Bioestimulante, Hidrogel, Micronutrientes, e B+H+M) e a testemunha quando considerado o número médio de folhas fotossinteticamente ativas por muda pré-brotada. De acordo com Coelho e França (1995), a deficiência de um dos micronutrientes pode ter efeito na desorganização de processos metabólicos tanto quanto a deficiência de um macronutriente como o nitrogênio, o que poderia contribuir para que as mudas mantivessem o número de folhas fotossinteticamente ativas constantes em todos os tratamentos. Esse fato poderia justificar pelo menos em parte, mas não completamente (Tabela 2).

De acordo com Inman-Bamber (2004), o número de folhas verdes pode ser usado como indicador do efeito do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. A redução de folhas verdes tem sido relatada em plantas sob essas condições de estresse (PIMENTEL, 2004), o que

pode auxiliar a justificar a ausência de diferenças entre os tratamentos.

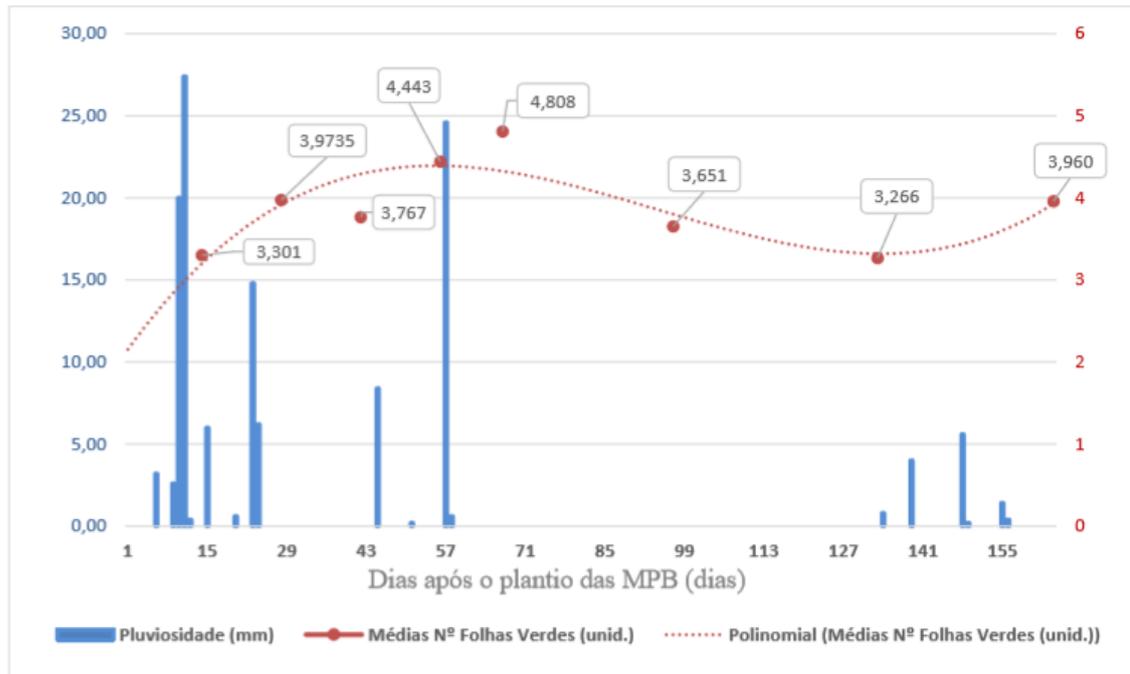
De acordo com Smit e Singels, (2006) a senescência foliar é responsiva à deficiência hídrica e ocorre após a diminuição no surgimento de folhas. A manutenção de folhas verdes restantes pode ser um indicativo de tolerância à seca, pois, a senescência foliar e a paralisação do surgimento de folhas são respostas ao estresse promovido por deficiência hídrica dependentes do genótipo (SMIT; SINGELS, 2006). Esses fatos contribuem e apoiam o que foi observado em campo, com as folhas fotossinteticamente ativas (verdes), ou seja, durante o período de deficiência hídrica que ocorreu a partir da implantação do campo de produção, nos meses de maio, junho, julho e agosto (Figura 2).

Os resultados obtidos na Tabela 2, evidenciando a não influência dos tratamentos sobre as folhas fotossinteticamente ativas encontram respaldo no possível estresse hídrico da área apresentado na Figura 2, e também de certa forma nos resultados de Silva et al. (2012), que em seus estudos sobre comportamento de folhas verdes de cana-de-açúcar submetidas à limitação hídrica, classificou a variedade RB855453 como suscetível ao déficit hídrico, com redução do número de folhas verdes em 50% aos 90 dias após a aplicação do déficit hídrico.

4.2 Número de folhas fotossinteticamente ativas nas épocas de avaliação

Na Figura 3 é possível observar o número médio de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações.

Figura 3. Resumo do número médio de folhas fotossinteticamente ativas do broto principal das MPB de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações, considerando todos os tratamentos.



A disponibilidade hídrica desponta como um dos mais importantes fatores para a produção vegetal, onde a importância ecológica da água está associada ao fato de que quase todos os processos fisiológicos das plantas são, direta ou indiretamente, afetados pelo regime hídrico (KRAMER e BAYER, 1995). Com o agravamento do déficit hídrico, as reações bioquímicas da fotossíntese podem ser afetadas, o que acarreta limitações de origem estomática, em condição de déficit máximo (CORNIC et al., 1992).

A redução de folhas verdes tem sido relatada em plantas submetidas à déficit hídrico (INMAN-BAMBER, 2004; PIMENTEL, 2004) e atribuída à estratégia para diminuir a superfície transpirante e o gasto metabólico para a manutenção dos tecidos (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005; SMIT; SINGELS, 2006; INMAN-BAMBER et al., 2008). A senescência foliar e a paralisação do surgimento de folhas pode ser resposta ao déficit hídrico e dependente do genótipo em questão (SMIT & SINGELS, 2006)

O crescimento pode ser afetado pelo déficit hídrico por restrições tanto na divisão como no alongamento celular em cana-de-açúcar, de modo que, decréscimos na expansão das folhas e colmo ocorrem antes da redução de folhas verdes e, posteriormente, afetam o acúmulo de fitomassa e de sólidos solúveis no caldo (INMAN-BAMBER, 2004).

Angelocci (2002) relata que a disponibilidade de água é um dos principais fatores no desenvolvimento fisiológico das plantas, e que além de ser o seu principal constituinte, a água serve como um excelente solvente e reagente em processos metabólicos, sendo também responsável pela turgescência e pela regulação térmica dos tecidos da planta por meio da transpiração.

4.3 Altura do broto principal

Os resultados médios da altura do broto principal (Tabela 3), destacam como superiores os valores referentes aos tratamentos com Bioestimulante e Testemunha em relação aos tratamentos com Micronutrientes e Completo. Além disso, o tratamento com Hidrogel, se apresentou como intermediário, não diferindo de nenhum dos demais tratamentos (T, B, M, ou B+H+M).

Tabela 3. Resumo do resultado da altura do broto principal em função dos tratamentos estimulantes considerando todas as épocas de avaliação.

Tratamento	Altura do broto principal (cm)
T1 -Testemunha (T)	17,276 a*
T2 - Bioestimulante (B)	17,199 a
T3 - Hidrogel (H)	16,852 ab
T4 - Micronutrientes (M)	16,802 b
T5 - Completo (B+H+M)	15,639 b
C.V. (%)	12,71

*As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CV = Coeficiente de Variação.

Bontempo et al. (2016), relatam que a ausência de respostas ao uso de bioestimulantes no tratamento de sementes do milho, pode ser decorrente de interações com o ambiente de cultivo (época de cultivo e condições climáticas), pois caso estas condições sejam adequadas não permitem refletir os potenciais dos produtos na cultura.

Nos tratamentos que foram utilizados os micronutrientes que contem Zinco em sua formulação, houve um pior desempenho no desenvolvimento da altura do broto principal, de acordo com Marschener (1995), observou que quando presente o Zinco em níveis e excedentes no ambiente pode afetar o crescimento normal de espécies vegetais. O tratamento com zinco no solo objetiva aumentar o teor desse micronutriente contido no solo, porém sua eficiência está relacionada com os efeitos que possa causar na germinação e no vigor das sementes e na resposta das culturas (RIBEIRO; SANTOS, 1996).

Silva et al. 2008, relataram que sob condições de estresses a utilização dos bioestimulantes Stimulate® +Cellerate® e Cellerate® parecem reduzir a qualidade fisiológica de sementes de milho. Os resultados do presente trabalho corroboram com os dos autores

supracitados, pressupondo ter ocorrido efeito deletério, ou pelo menos não vantajoso, na altura do broto principal das mudas nos tratamentos que foram utilizados o bioestimulante.

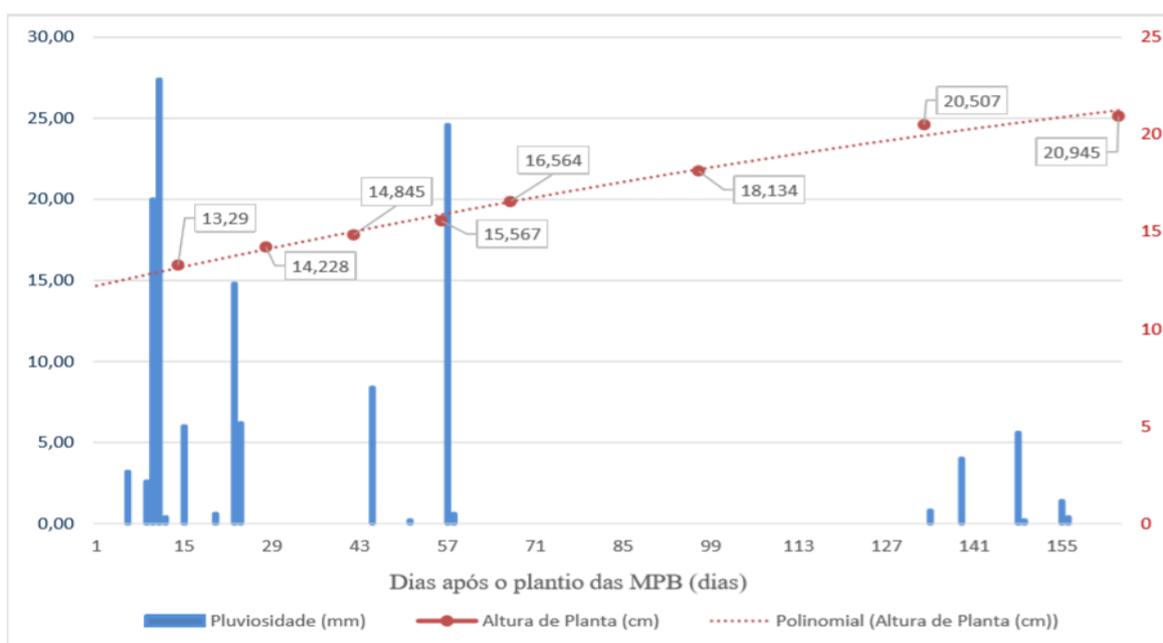
Apesar de produtos denominados bioestimulantes já serem explorados economicamente para aplicação foliar (SANTOS; VIEIRA, 2005; LANA et al., 2009; RATHORE et al., 2009; AMIN et al., 2011), são escassas as informações na literatura que embasem o seu uso no tratamento de sementes, principalmente abordando o efeito no desenvolvimento inicial das plântulas em condições de estresse ambiental, como a restrição hídrica. Tais informações são importantes para embasar o uso desses recursos tecnológicos na agricultura.

Barcelos (2016) afirma que é possível que o híbrido de milho NS 92 PRO não seja responsivo as aplicações externas de bioestimulantes, ou mesmo, que as concentrações dos componentes dos bioestimulantes não tenham sido suficientes para o desenvolvimento das características de diâmetro de colmo, altura, massa foliar fresca, massa de colmo fresca e seca e massa radicular seca. Isso de certa forma se assemelha ao obtido no presente trabalho, mesmo considerando as diferenças em relação às culturas avaliadas.

4.4 Altura do broto principal nas épocas de avaliação

Na Figura 4 é possível observar a altura do broto principal das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações.

Figura 4. Resumo da altura do broto principal das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações, considerando todos os tratamentos.



Alguns trabalhos avaliaram a massa e o crescimento dos colmos de cana-de-açúcar, indicando que são afetados de forma muito intensa e negativa quando a cana-de-açúcar é submetida a condições de estresse hídrico (SILVA; COSTA, 2004; SILVA et al., 2008), pois o crescimento das plantas é resultado da divisão e do alongamento celular e o estresse hídrico reduz diretamente o crescimento das plantas, diminuindo a assimilação de CO₂ e reduzindo a divisão e o alongamento celular (PUGNAIRE et al., 1993).

Segundo Silva et al. (2008), a variação na altura da planta é um indicativo de tolerância ou suscetibilidade da cana-de-açúcar ao déficit hídrico, isso reforça o fato de que a variedade utilizada (RB855453) apresenta certa tolerância ao déficit hídrico quando considerada a altura de plantas, ou o comprimento de colmos, o que pode ser adequadamente aceito pelos resultados obtidos no presente estudo (Figura 4).

4.5 Número de perfilhos

Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios do número médio de perfilhos por muda pré-brotada de cana-de-açúcar, onde pode-se observar diferenças significativas entre os produtos testados.

Tabela 4. Resumo do resultado do número médio de perfilhos por muda pré-brotada de cana-de-açúcar em função dos tratamentos estimulantes considerando todas as épocas de avaliação.

Tratamento	Número de Perfilhos (unid.)
T1 - Testemunha (T)	5,435 a
T2 - Bioestimulante (B)	5,086 ab
T3 - Hidrogel (H)	4,590 b
T4 - Micronutrientes (M)	4,923 ab
T5 - Completo (B+H+M)	5,529 a
C.V. (%)	19,04

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
CV = Coeficiente de Variação.

Os resultados médios do número de perfilhos por muda pré-brotada de cana-de-açúcar (Tabela 4), destacam como superiores os valores referentes aos tratamentos Completo e Testemunha em relação ao tratamento com Hidrogel. Já os tratamentos com Bioestimulante e Micronutrientes são intermediários, não diferindo de nenhum dos demais tratamentos (T, H ou Completo).

Marques et al. (2008) estudando a brotação da cana-de-açúcar com a utilização de polímero hidrogel, relataram que algumas variedades de cana-de-açúcar apresentaram melhor brotação indicando que a água retida pelo hidrogel foi utilizada pela cana-de-açúcar. Estes mesmos autores observaram que 51 dias após o plantio a retenção de água no solo apresentava-se diferente entre a testemunha, sem o polímero, e todos os tratamentos com doses diferentes de polímero.

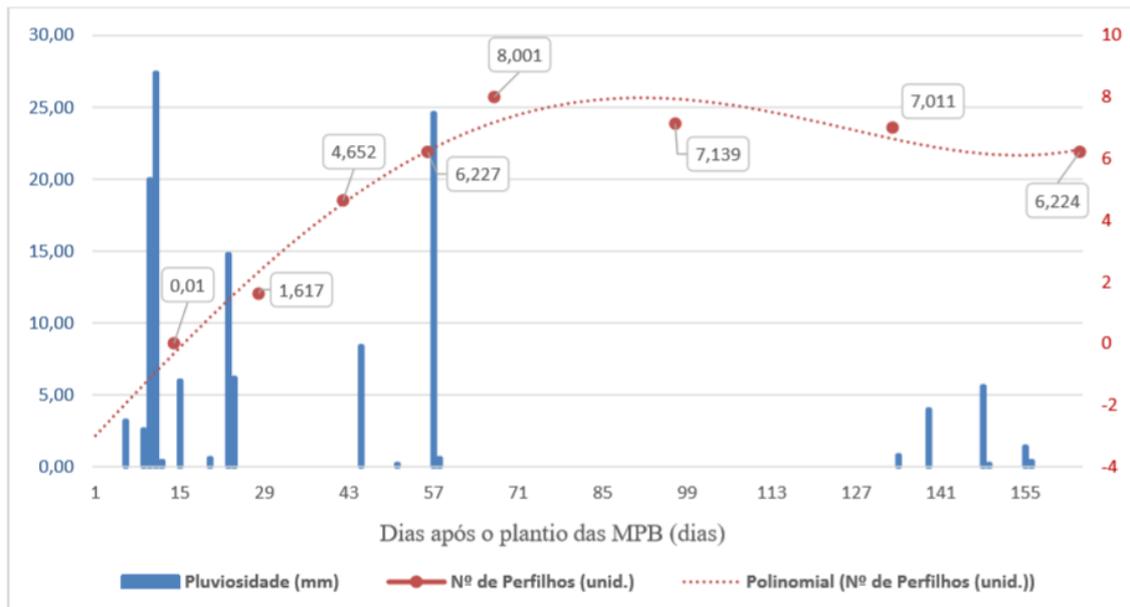
Bearce e McCollum (1993), no cultivo de lírio, com o uso do hidrogel, além do ganho de massa seca, apresentaram também, um aumento significativo no número de brotações, atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular, maior absorção da água armazenada pelo polímero e maior aeração do solo proporcionado pelos grânulos de polímero. Por outro lado Flannery e Busscher (1982), ressaltam que apesar de toda a contribuição oferecida pelo polímero em relação à capacidade de retenção de água, o mesmo foi prejudicial para a planta

de azaleia, não por ser tóxico e sim, pela falta de aeração no sistema radicular devido à presença do polímero hidratado no substrato, e isso foi mais evidente a medida em que se aumentou a dose de polímero no substrato.

4.6 Número médio de perfilhos nas épocas de avaliação

Na Figura 5 é possível observar o número médio de perfilhos das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações.

Figura 5. Resumo do número médio de perfilhos das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar durante as épocas de avaliações, considerando todos os tratamentos.



A redução do número de colmos e a formação de internódios menores são alterações morfológicas que podem ser observadas quando a cana-de-açúcar é submetida ao déficit hídrico (FELIPE, 2008).

5. CONCLUSÃO

Os bioestimulantes, hidrogel e micronutrientes não apresentam influência sobre o desenvolvimento inicial do broto principal e perfilhamento das mudas pré-brotadas da cana-de-açúcar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. C. DE; LIMA, V. L. A. de; MENEZES, D.; AZEVEDO, C. A. V. de; DANTAS NETO, J.; SILVA JÚNIOR, J. G. da. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, p.671-679, 2009.
- AMIN, A.A.; FATMA, A.E.; GHARIB, M.; EL-AWAD, A.; EL-SHERBENY, M. E RASHAD, A. Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. **Scientia Horticulturae**, 129, 3: 353-360. 2011.
- ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: L. R. Angelocci, 2002. 272p.
- AZEVEDO, T. L. de; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.1, p.23-31, 2002.
- BARCELOS G.S. **Bioestimulantes na cultura do milho: impacto na nutrição e nos parâmetros biométricos**. Uberlândia, 2016. 27 p.
- BEARCE, B.C.; McCOLLUM, R.W. **A comparison of peat-lite and noncomposted hardwood-bark mixes for use in pot and bedding-plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance** (on line). Virginia, 1993. Disponível em: <<http://www.hydrosorce.com>>. acesso em 3 de abril de 2019.
- BECARI, G.R.G. **Resposta da cana-planta à aplicação de micronutrientes**. Campinas, Instituto Agronômico, 2010. 72p.
- BONTEMPO A.F.; ALVES F.M.; CARNEIRO G.O.P.; MACHADO L.G.; SILVA L.O.D.; AQUINO L.A. Influência de Bioestimulantes e Nutrientes na Emergência e no Crescimento Inicial de Feijão, Soja e Milho. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. 2016; 15: 86-93.

BORKERT, C.M. Micronutrientes na planta. In: BÜLL, L.T.; ROSOLEM, C.A.

Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. Cap.16, p.309-329.

BRITO, C. M. **Mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar: custos baixos e muitos benefícios.** Canal Rural, Campo Grande, 13 mar. 2019. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.uol.com.br/canalruralmatogrosso/2019/03/13/mudas-pre-brotadas-de-cana-de-acucar-custos-baixos-e-muitos-beneficios/>>. Acesso em: 4 mai. 2019.

CASILLAS, V.J.C.; LONDONO, I.J.; GUERRERO, A.H.; BUITRAGO, G.L. Análisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes em el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.). **Acta agrônômica.** Colombia. V.36, n.2, p.185-195. 1986.

CASTRO, P. R.; KLUGE, R. A.; PERES, E. P. **Manual de fisiologia vegetal: Teoria e prática.** Piracicaba: Agrônômica Ceres, 2005. 650 p.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. 2 ed. aum. **Informações Agrônômicas,** Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995.

CONAB. **Companhia Nacional do Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos,** v. 11 Safra 2015/16. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_09_00_07_boletim_graos_a_gosto_2016_.pdf>. Acesso em: 13 março 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** Quarto levantamento, v. 5, n.4, abril de 2019. Brasília, DF. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana>>. Acesso em: 20 maio 2019.

CORNIC, G.; GHASHGHAIE, J.; GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M. Leaf photosynthesis is resistant to a mild drought stress. **Photosynthetica,** v.27, p.295-309, 1992.

DAVIES, PJ. 2004. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action.** Dordrecht:Kluwer Academic Publishers, 750p.

- FELIPE, D. C. **Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia, 2008.
- FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FLANNERY, R.L.; BUSSCHER, W.J. Use of a synthetic polymer in potting soil to improve water holding capacity. **Communication in Soil Science Plant**, v.13, n.2, p.103-111, 1982.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: O estudo do que está por trás do que se vê. 4. ed. Passo Fundo: Upf, 2008. 733 p.
- FRANCO, K. UPL apresenta conceito inovador para a dinâmica da água no solo. **Campo & Negócios**, Uberlândia, jul. 2016. Disponível em: < <http://uplbrasil.com.br/updt-na-camponegocios/> > Acesso em: 6 dez. 2018.
- INMAN-BAMBER, N.G.; BONNETT, G.D.; SPILLMAN, M.F.; HEWITT, M.L.; JACKSON, J. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.59, p.13-26, 2008.
- INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v.92, p.185-202, 2005.
- KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. **Substrato para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.139-145.
- KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388p.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relation of plants and soils**. San Diego, California: Academic Press, 1995. 565 p.

LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GOZUEN, C.F.; BONOTTO, I. E TREVISAN, L.R.

Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, 25, 1: 13-20. 2009.

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

MARQUES, P.A.A.; SILVA, L.P. do P.; MARQUES, T.A.; SATO, A.M. Brotação de toletes utilizando polímeros condicionador. **STAB: Açúcar, Álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 86-88, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 902 p.

MELLIS, E. V. M, QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Micronutrientes. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELLOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (eds) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, p.331-335, 2008.

NISHIMURA, C.; OHASHI, Y.; SATO, S.; KATO, T.; TABATA, S.; UEGUCHI, C. Histidine kinase homologs that acts as cytokinin receptors possess overlapping functions in the regulation of shoot and root growth in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Baltimore, v.16, p.1365-1377, 2004.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: EDUR, 2004, 191p.

PUGNAIRE, F. I.; ENDOLZ, L. S.; PARDOS, J. Constraints by water stress on plant growth. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop Stress**. p. 271 - 284.1993.

RATHORE, S.S.; CHAUDHARY, D.R.; BORICHA, G.N.; GHOSH, A.; BHATT, B.P.; ZODAPE, S.T. E PATOLIA, J.S. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. **South African Journal of Botany**, 75, 2: 351-355. 2009.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v.26, p.159-165, 1996.

ROSSETTO, R.; DIAS, F.L.F. Nutrição e adubação da cultura de cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Informações Agronômicas**, n. 110, 2005. pp. 6-11. (POTAFOS. Encarte Técnico).

SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. Efeito de bioestimulante na germinação de grãos, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, 17, 1: 124-130. 2005.

SFREDO, G. J. et al. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja**. Londrina: Embrapa–CNPSo, 1997. 18p.

SILVA T. R. et al. Comportamento do número de folhas verdes em cana-de-açúcar submetidas à prolongada limitação hídrica. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal**, v. 4, suplemento, 4p. 2012.

SILVA T. T. A.; PINHO E. V. R. V.; CARDOSO D. L.; FERREIRA C. A.; ALVIM P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciênc. Agrotec.** 2008; 32: p.840-844.

SILVA, A. L. C.; COSTA, W. A. J. M. Varietal variation in growth, physiology and yield of sugarcane under two contrasting water regimes. **Tropical Agricultural Research, Peradeniya**, v. 16, p. 1-12, 2004.

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

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 786p

TERRACOTTEM. **Guia técnico 1.0.** Pinhais PR. 45p. 1998.

TONIELI, A. E.; PAIXÃO, A. C. S.; VANZELLA, C. A.; ORTOLAN, M. C. A.; SCCHIERI, M. S.; BISSON, O. Sistema de produção de Mudas MPB – Mudas pré-brotadas. **Revista canavieiros**, ed. Carla Rossini, novembro, p.24. 2012.

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture.** San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. 594p.

XAVIER, M. A.; de MENDONÇA, J. R.; SANGUINO, A. Viveiros de mudas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico, 2008 p.535-546.