

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

IGOR OLIVEIRA MORAES

**BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL

2023

IGOR OLIVEIRA MORAES

**BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências
do Curso de Bacharelado em Agronomia,
para obtenção do título de “Engenheiro
Agrônomo”.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M827 2023	Moraes, Ígor Oliveira, 1997- BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR [recurso eletrônico] / Ígor Oliveira Moraes. - 2023. Orientador: Hamilton Kikuti. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Agronomia. I. Kikuti, Hamilton, 1970-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Agronomia. III. Título. CDU: 631
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

IGOR OLIVEIRA MORAES

**BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS
DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Professor Orientador: Prof. Dr. Hamilton
Kikuti

Uberlândia, 14 de junho de 2023

Banca Examinadora:

Hamilton Kikuti – Doutor (ICIAG - UFU)

Caio César Sales Gomes – Mestrando (ICIAG - UFU)

Ricardo Ferreira Domingues – Doutorando (ICIAG - UFU)

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo estímulo,
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me concedido força, saúde, sabedoria e fé, para encarar e alcançar todas as etapas do curso, até chegar neste momento.

Aos meus pais Ilson Moraes Silva e Ziza Maria de Oliveira Moraes por todo apoio, incentivo e confiança. Aos meus irmãos Jéssica Oliveira Moraes e Ilson Moraes Silva Júnior agradeço pelo apoio.

Em especial gostaria de agradecer aos meus queridos amigos da República Soca Broca, que se tornou minha segunda família aqui em Uberlândia ao longo desses anos.

Agradeço ao professor Dr. Hamilton Kikuti orientador, por todo o conhecimento transmitido, dedicação, paciência e amizade.

Aos meus amigos que construí durante todo o curso pelo incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

A todos os professores do curso, por ter me ajudado nesta caminhada até aqui e pelos conhecimentos transmitidos.

Agradeço à Usina Bioenergética Aroeira Tupaciguara - Minas Gerais pela doação das mudas da variedade RB 98-5476, que possibilitaram a realização da presente pesquisa.

E por fim, à Universidade Federal de Uberlândia, Campus Uberlândia, pela oportunidade e pelo suporte para realização do curso.

Agradecido!

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós
ignoramos alguma coisa.”
(FREIRE, 2002, p. 69)

MORAES, I. O. **BIOESTIMULANTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**. 29p. Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2023.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a forma convencional de plantio da cultura é através de toletes distribuídos sobre sulcos de plantio, técnica que pouco evoluiu ao longo dos anos. Atualmente, um novo sistema de cultivo que visa diminuir a quantidade de biomassa necessária para implantação da cultura, esta em desenvolvimento, por meio, da produção de mudas pré-brotadas (MPB). Este sistema de multiplicação contribui para a rápida produção de mudas, com vigor vegetativo e livre de fitopatógenos, possibilitando uma maior homogeneidade dos canaviais. A aplicação de bioestimulantes vegetais está sendo feito sistema convencional visando o estabelecimento e desenvolvimento mais rápido das brotações. Estudos da influência desses produtos sobre MPB são de extrema importância, visto que podem auxiliar os viveiristas na produção de mudas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de bioestimulantes vegetais na produção de mudas pré- brotadas de cana-de-açúcar. O trabalho teve início no dia 21 de maio de 2022, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Glória, situada no município de Uberlândia na BR 050 – KM 78. Foi utilizado o genótipo RB 98-5476, com minitoletes acondicionados em bandejas de polietileno. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto por 5 tratamentos (Testemunha; Stimulate; Phylgreen Gemma; Stimulate + Phylfreen Gemma; Stimulate + Phylgreen Gemma + Starter) e 8 repetições de 50 minitoletes. Os tratamentos foram aplicados nos minitoletes por imersão, antes do acondicionamento nas bandejas. Foram realizadas seis avaliações semanais a partir de 14 dias após o plantio (DAP). Foram avaliados o número de brotos e altura, bem como a porcentagem de emergência. O desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de- açúcar foi favorecido com a aplicação da mistura dos bioestimulantes Stimulate + Phylgreen Gemma, apresentando maior porcentagem de emergência e tamanho de brotos (10% a mais que a testemunha). Já no tratamento com a mistura de Stimulate, Phylgreen Gemma e Starter o desenvolvimento foi prejudicado, obtendo performance abaixo de testemunha (11% a menos), onde não houve aplicação de bioestimulantes.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.; estimulantes; fitormônios.

Lista de Figuras

Figura 1 - Disposições das mudas pré-brotadas nas bancadas	14
Figuras 2 - Retirada dos colmos, corte e preparo dos minitoletes:.....	14
Figuras 3 - Tratamento dos minitoletes com bioestimulantes e fungicida	15
Figuras 4 - Irrigação e brotação das gemas	16
Figura 5 - Temperaturas máxima, média e mínima de Uberlândia (INMET, 2022).....	18
Figura 6 - Número de brotos até 1cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	18
Figura 7 - Número de brotos de >1 a 2 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	19
Figura 8 - Número de brotos >2 a 3 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	20
Figura 9 - Número de brotos >3 a 4 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	21
Figura 10 - Número de brotos > 4 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	21
Figura 11 - Número de brotos totais de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	22

Lista de tabelas

Tabela 1- Resumo da análise de variância obtidos pelo uso de bioestimulantes em minitoletes em diferentes épocas de avaliação.....	17
Tabela 2 - Porcentagem de emergência de brotos de cana-de-açúcar	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	Cana-de-açúcar	10
2.2	Produção de mudas de cana-de-açúcar.....	10
2.3	Mudas pré-brotadas	11
2.4	Bioestimulantes	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO.....	23
6	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é originária da Nova-Guiné, sendo uma cultura cosmopolita, pertencente a família botânica Poacea. É uma planta semiperene, possibilitando várias colheitas sem a necessidade de replantio e possui desenvolvimento satisfatório em solos aerados e bem drenados, exigindo perfis com profundidades acima de um metro (SEGATO *et al.*, 2006).

O Brasil é maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com estimativa de produção estimada em 637,09 milhões de toneladas, na safra de 2023/24, 4,4 % maior que a safra anterior. A área plantada estimada é de 8,41 milhões de hectares, com uma produtividade esperada de 2,9%, a mais que 2022/23, alcançando 75,75 t ha⁻¹ (CONAB, 2023).

Em lavouras comerciais, a propagação da cana-de-açúcar é realizada vegetativamente, de forma assexuada, a partir dos toletes, também conhecidos como olhadura ou rebolo, que são fragmentos de colmos contendo gemas, reservas nutricionais, hídricas e hormonais. O uso de novas tecnologias para o plantio é importante para aumentar a produtividade através da formação de canaviais homogêneos e livres de doenças. O desenvolvimento de novas técnicas como a produção de mudas pré-brotadas (MPB) e a multiplicação *in vitro* visam melhorar o sistema clássico de propagação de cana-de-açúcar e proporcionar rendimentos ao setor canavieiro e ao desenvolvimento sustentável da cultura (LANDELL *et al.*, 2012).

O sistema de produção de mudas pré-brotadas (MPB) foi desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 2009. Este sistema MPB visa diminuir o volume de mudas que são destinadas ao plantio, além de melhorar o padrão clonal e homogeneidade do cultivo. O sistema MPB caracteriza-se pelo uso apenas da região da gema lateral do colmo para formar mudas que são levadas à campo, garantindo alto padrão de sanidade e homogeneidade do canavial. O sistema tradicional de plantio mecanizado utiliza cerca de 20 t ha⁻¹ de colmos para implantação da lavoura, no sistema MPB o volume chega a apenas 2 t ha⁻¹ de colmo para o plantio (LANDELL *et al.*, 2012). Por ser uma técnica recente, vários estudos estão sendo desenvolvidos para viabilizar a produção de mudas com tempo reduzido e maior vigor.

Bioestimulantes são substâncias químicas, naturais ou sintéticas, que quando aplicados nas plantas são capazes de alterar processos fisiológicos e/ou morfológicos aumentando a produção e qualidade das culturas (LACA-BUENDIA, 1989) e já são aplicados em cultivos comerciais, como o uso de bioestimulantes enraizadores (MEDEIROS, 2019).

São escassos os trabalhos que abordarm o uso de bioestimulantes enraizadores em sistema de produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, sendo o objetivo deste estudo avaliar o desenvolvimento inicial de MPB em função da aplicação de bioestimulantes vegetais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

O 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 primeira estimativa, da safra 2023/24, aponta para um aumento na produção de cana-de-açúcar, quando comparada à última safra. A estimativa é um crescimento de 4,4% em relação à safra 2022/23, resultando em uma produção de 637,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

O país deverá destinar 8.410,3 mil hectares de cana-de-açúcar para a colheita, com um rendimento médio de 75.751 ha⁻¹. O maior crescimento de área é justificado pelo aumento de áreas de expansão e renovação, o que impacta diretamente na produtividade, uma vez que os primeiros cortes possuem um maior rendimento. Além disso, as condições climáticas para essa safra vêm se apresentando ainda melhores que na safra 2022/23 (CONAB, 2023).

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 também auxiliam na produtividade canavieira (BECARI, 2010).

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.

2.2 Produção de mudas de cana-de-açúcar

O uso de novas tecnologias para o plantio de cana-de-açúcar torna-se importante para aumentar a produtividade, principalmente aquelas destinadas à formação de um canavial homogêneo e livre de doenças. O desenvolvimento de novas técnicas como a produção de mudas pré-brotadas visa melhorar o sistema clássico de propagação de cana-de-açúcar e proporcionar rendimentos ao setor canavieiro e ao desenvolvimento sustentável da cultura (GÍRIO *et al.*, 2015).

Os experimentos realizados para produção de mudas de cana-de-açúcar seguem recomendações do IAC para o corte do minirrebolo, tratamento químico, brotação,

individualização, e aclimatização das mudas, sendo que as mesmas são produzidas em um período estimado de 60 dias (LANDELL *et al.*, 2013).

A coleta dos colmos de cana-de-açúcar em campo deve ser realizada com podões limpos e desinfestados e a despalha deve ser de forma a evitar danos nas gemas. As plantas não devem apresentar doenças e estar na faixa de 6 a 15 meses. O corte dos minirrebolos pode ser feito em campo com guilhotina, devidamente limpa. Contudo, é importante padronizar o tamanho para 3 cm, pois isso viabiliza o uso de tubetes de 290 cm³, além de permitir homogeneidade na brotação. Nesse momento, também é importante fazer uma seleção visual dos minirrebolos que não apresentam danos mecânicos e/ou sinais de doenças, que caso sejam rpresentes, não devem ser utilizados para a produção de mudas.

O processo de produção de mudas de cana-de-açúcar é simples e ao final de, no máximo 60 dias, mudas livres de doenças estão prontas para serem plantadas em campo.

2.3 Mudas pré-brotadas

O sistema de multiplicação de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é uma alternativa que envolve tecnologia de multiplicação combinando elevado padrão de fitossanidade, uniformidade de plantio e vigor, vindo contribuir para a produção rápida de mudas. Esse sistema aumenta a uniformidade nas linhas de plantio, reduz o número de falhas, reduz o volume de mudas, diminui o risco de difusão de pragas e doenças e acelera a introdução de tecnologias varietais na área agrícola (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 obtenção de toda e qualquer tipo de mudas de qualidade ainda representa um desafio, pois depende do uso de substratos com boas condições sanitárias e com propriedades físicoquímicas que favoreçam o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas.

Segundo Ramos *et al.*, (2000) o substrato é definido como meio físico natural ou sintético, onde se desenvolvem as raízes das plantas. Também pode ser definido como qualquer material usado com a finalidade de servir de base para o desenvolvimento de uma planta até a sua transferência para o viveiro ou para a área de produção. Pode ser compreendido não apenas como suporte físico, mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação. Dessa forma, um bom substrato é aquele que proporciona condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação.

O sistema de multiplicação e de propagação por mudas pré-brotadas (MPB) tem sido uma das alternativas mais adotadas pelo setor (LANDELL *et al.*, 2013). Trata-se de uma prática

recente, nova e desafiadora para os produtores de mudas. Vários conceitos tradicionais de plantio tiveram que ser revistos e ainda há incertezas sobre o conjunto de técnicas mais adequado que otimizam o novo processo.

O sistema de produção de mudas pré-brotadas surgiu como a melhor opção para a retomada da formação dos viveiros, pois possibilita redução do tempo para a utilização da cana-muda, facilita a adoção de novas variedades com maior potencial, garante uniformidade de plantio e proporciona maior sanidade das plantas (ANJOS *et al.*, 2013).

O transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar é uma opção para reduzir o número de mudas e melhorar a qualidade dos viveiros de produção. El Mawla *et al.* (2014) afirmam que este sistema diminuiu o número de mudas de 10 para 2 t ha⁻¹, conservando 2000 m³ de água de irrigação, melhorando a sincronização do perfilhamento e a uniformidade consequente do suporte, reduzindo o tempo de formação de cana-de-açúcar, e diminuindo a demanda de energia, reparação e manutenção da maquinaria (MANTOAM *et al.*, 2014) pelo uso de um novo conceito de formação de cana-de-açúcar.

2.4 Bioestimulantes

Uma tecnologia que esta sendo utilizada no cultivo da cana-de-açúcar é a aplicação de bioestimulantes, o qual favorecem um controle hormonal nas plantas, proporcionando mudanças nos processos vitais e estruturais da cultura, além de aumentar a produtividade. Sua aplicação para o crescimento radicular e perfilhamento tem-se tornado uma prática agrícola.

Algumas substâncias têm sido utilizadas nesta tecnologia, desde a década de 1990, em aplicações foliares, e recentemente visando desenvolvimento mais vigoroso das plantas (PARADIKOVIĆ *et al.*, 2019) e aumento na produtividade das culturas (YAKHIN *et al.*, 2017).

Os bioestimulantes são compostos por fitormônios, o qual tem efeito sobre o metabolismo de diversas plantas, usados sobre as sementes no momento do cultivo, sendo essencial entender os efeitos desse produto na condição fisiológica de sementes (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Bioestimulantes são constituídos por biorreguladores associados a outras substâncias químicas como aminoácidos, nutrientes, sais minerais, vitaminas entre outros compostos (CASTRO, VIEIRA, 2001 & JARDIN, 2015).

Alguns bioestimulantes podem conter hormônios, que são moléculas sinalizadoras naturalmente presente nas plantas em baixas concentrações e capazes de induzir ou modificar o crescimento e desenvolvimento das mesmas (TAIZ *et al.*, 2017).

Os bioestimulantes tem a capacidade de atuar no controle hormonal das plantas, favorecendo o potencial genético, aumentando o crescimento e o desenvolvimento vegetal através da divisão celular (CASTRO,VIEIRA, 2001; BULGARI *et al.*, 2015), originando plantas mais vigorosas, melhorando o desenvolvimento radicular, assim como a produtividade (SILVA *et al.*, 2010, OLIVEIRA *et al.*, 2013; ZILLIANI, 2015).

Quando os bioestimulantes são aplicados no início do desenvolvimento das culturas, ou em toletes como no caso da cana-de-açúcar, eles possuem a capacidade de promover maior crescimento radicular (ZILLIANI, 2015).

Na cana-de-açúcar os bioestimulantes podem aumentar a produção, incrementando o teor de sacarose, assim como aumentar a produtividade da cana-de-açúcar (SILVA *et al.*, 2010, SANTOS *et al.*, 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido do dia 21 de maio de 2022 ao dia 08 de julho de 2022, no Campo Demonstrativo do ICIAG – CADEM da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Glória, no município de Uberlândia na BR 050 – KM 7, entre as coordenadas 18° 56' 42.43"S e 48° 12 '55.77"O, com altitude de 938 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se como Clima subtropical úmido – Cwa (KÖPPEN-GEIGER, 2023).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos: Testemunha (TEST), Stimulate (STIM) , Phylgreen Gema (PHYL), Stimulate + Phylgreen Gemma (STIM PHYL) e Stimulate + Phylgreen Gemma + Starter (STIM PHYL STAR). Cada parcela foi composta por 50 células em cada bandeja, totalizando 2 mil MPB, de acordo com a Figura I.

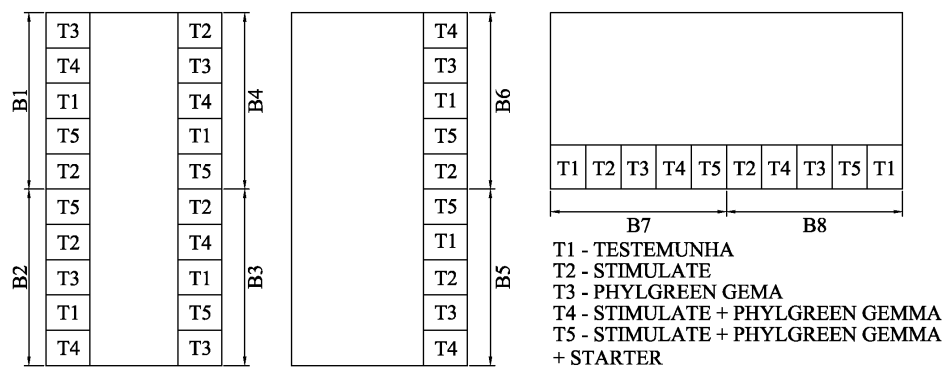


Figura 1 - Disposições das mudas pré-brotadas nas bancadas

Fonte: (Moraes, 2022).

Foram utilizados colmos da variedade RB 98-5476 produzidos em viveiros na usina Aroeira em Tupaciguara – MG, nas coordenadas 18° 45' 8.27"S e 48° 36' 39.03"O. Após seleção prévia de colmos com gemas ativas e de qualidade, foram realizados os processos seguindo o protocolo de qualidade para preparo e plantio dos minitoletes. Para o preparo dos minitoletes foram retirados os entre-nós com lâmina afiada e previamente higienizada, selecionando apenas gemas sadias, conforme a Figura 2.



Figuras 2- Retirada dos colmos, corte e preparo dos minitoletes:

Fonte: (Moraes, 2022).

Posteriormente os minitoletes foram submersos em solução contendo os respectivos tratamentos de acordo com os produtos: Testemunha (água); Stimulate (Composição: Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido Indolalcanóico) sob dose de 750 mL há⁻¹; Phylgreen Gema (Composição: N, P, K, Mo, Zn, Mn, Fe, Aminoácido, Extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) em 2,0 L há⁻¹; Starter (Composição: N, S, B, Cu, Mn, Mo e Zn)) sob dose de 20 L há⁻¹. Foi adicionado o fungicida Comet® (grupo químico é estrobilurinas) em todos os tratamentos, em dose de 0,5 L há⁻¹, lembrando que foi seguida a recomendação da bula, que foi dose máxima. A taxa de imersão utilizada para todos os produtos foi com a relação de 2 litros para 400 minitoletes. Os minitoletes ficaram submersos por 5 minutos, como mostra a Figura 3. Os minitoletes tratados foram secos à sombra e posteriormente acondicionados nas bandejas com substrato, utilizando um minitolete por célula.



Figuras 3 - Tratamento dos minitoletes com bioestimulantes e fungicida

Fonte: (Moraes, 2022).

Após o plantio as bandejas foram irrigadas diariamente com regador manual diariamente, deixando o substrato totalmente umedecido e drenado (Figura 4). As avaliações consistiram em contagem de gemas brotadas de acordo com a altura das mudas. A contagem das gemas brotadas foi contabilizada de sete em sete dias, se iniciando após 14 dias do plantio (DAP). A porcentagem de emergência foi contabilizada a partir do número total de gemas plantadas e número de brotos emergidos. Já a altura das mudas foi mensurada com régua graduada, medindo-se a base do coleto, na superfície do solo, até o ápice do limbo foliar da

maior folha, contabilizada de sete em sete dias, a partir de 14 DAP, totalizando seis avaliações (de 14 DAP a 49 DAP).

Com isso, em cada data se foi avaliado o número de brotações até 1 cm (NB1); número de brotações > 1 a 2 cm (NB2); número de brotações > 2 a 3 cm (NB3); número de brotações > 3 a 4 cm (NB4); número de brotações > 4 cm (NB5) e total de brotações (NBT).



Figuras 4 - Irrigação e brotação das gemas

Fonte: (Moraes, 2022).

A análise estatística foi realizada no programa SISVAR (FERREIRA, 2022). Foi realizado a análise de variância (ANOVA) para as variáveis, os gráficos e tabelas foram apresentados quando houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise estatística foi detectado efeito significativo para o número de mudas pré-brotadas e altura das mudas em função dos bioestimulantes aplicados nas seis avaliações.

Na Tabela 1 é demonstrado o resumo da análise de variância (ANOVA) com a aplicação do Teste de F (5% probabilidade).

O NB1, NB2, NB3, NB4 e NB5 correspondem ao comprimento das mudas em cada uma das seis avaliações, começando com 14 dias após o plantio, com frequência de sete dias, finalizando aos 49 DAP. Já para NBT foi considerado o número total de brotações, independente do tamanho das mudas.

Tabela 1- Resumo da análise de variância obtidos pelo uso de bioestimulantes em minitoletes em diferentes épocas de avaliação.

Variações	Grau de liberdade	Quadrado Médio					
		NB1	NB2	NB3	NB4	NB5	NBT
TRAT	4	2,46 ^{ns}	3,40 ^{ns}	1,44 ^{ns}	23,46**	492,57**	818,75**
EPOCAS	6	469,65**	76,84**	97,87**	1274,16**	8861,60**	7347,94**
TxE	24	10,50*	6,6**	2,81**	13,81**	64,42**	28,87*
BLOCO	7	28,31**	3,39 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,91 ^{ns}	36,86**	102,11**
ERRO	238						
C.V (%)		63,93	97,54	86,13	66,09	23	16

^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; C.V(%) Coeficiente de Variação, NB1: número de brotações até 1 cm; NB2: número de brotações > 1 a 2 cm; NB3: número de brotações > 2 a 3 cm; NB4: número de brotações > 3 a 4 cm; NB5: número de brotações > 4 cm (NB5); NBT: número total de brotações..

A interação da aplicação dos bioestimulantes e as épocas de avaliação influenciaram na altura das mudas pré-brotadas. A interação significativa caracteriza-se pelo comportamento de um fator dependendo de outro fator. Sendo assim, o comportamento dos tratamentos foram influenciados pelas épocas de avaliação das mudas pré-brotadas.

Na Figura 5 é possível observar o comportamento da temperatura máxima, média e mínima de Uberlândia no período de condução do experimento. De acordo com dados da Estação Meteorológica da UFU a precipitação média anual no município de Uberlândia é de 1.242,9 milímetros e a temperatura média anual é de 22°C. Houve um aumento da temperatura até os 10 DAP com temperatura média de 26,6°C e período frio de 20 DAP a 30 DAP, com temperatura média a 17,1° C.

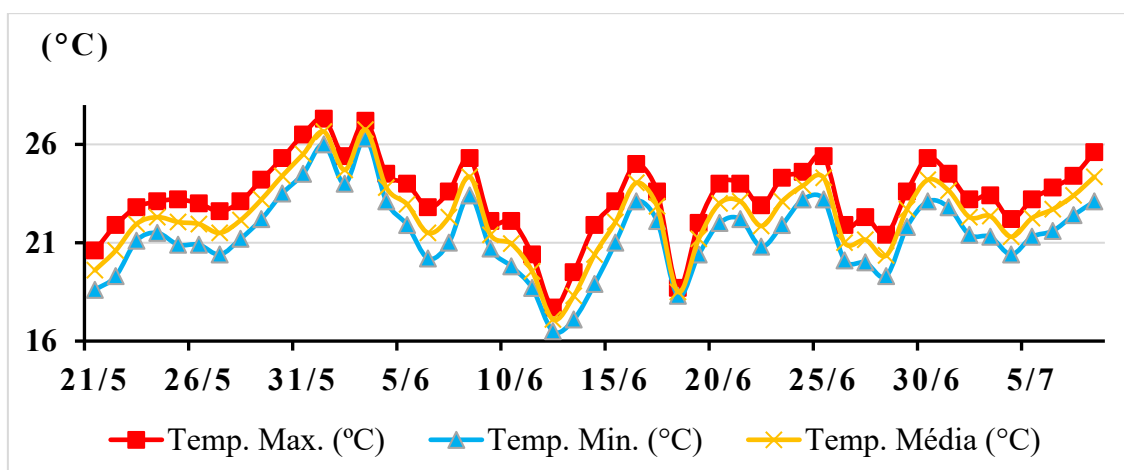


Figura 5 - Temperaturas máxima, média e mínima de Uberlândia (INMET, 2022).

Na Figura 6 é observado o número de brotos até 1 cm de comprimento. Os tratamentos tiveram maior quantidade de brotos de 1 cm aos 14 DAP, correspondendo ao início da emergência dos brotos. A aplicação de Stimulate e Phylgreen Gemma produziu maior número de brotos aos 14 DAP. De 28 a 42 DAP houve uma estabilidade de 2 a 4 brotos de 1 cm em todos os tratamentos.

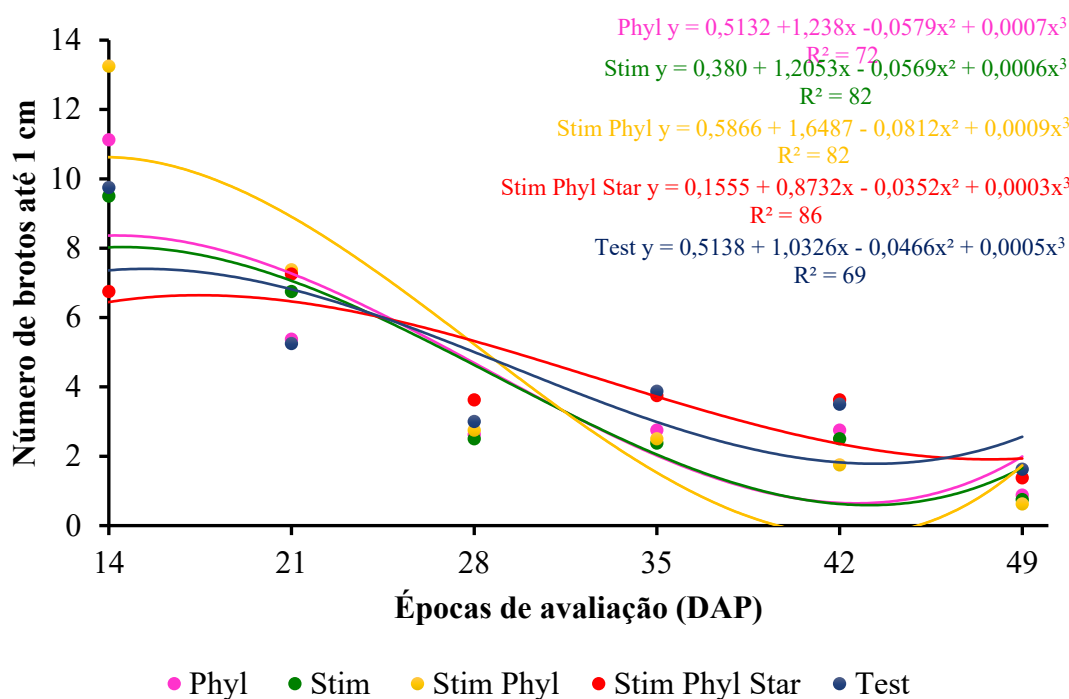


Figura 6 - Número de brotos até 1cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

A testemunha obteve menor número de gemas brotadas aos 14 DAP, sendo assim, os bioestimulantes influenciaram no desenvolvimento inicial da brotação (Figura 7). A brotação inicial está ligada a quantidade de reservas energéticas presentes no tolete (FIGUEIRA *et al*, 2013), sendo que seu aproveitamento é possivelmente influenciado pelos bioestimulantes. Já aos 21 e 28 DAP foi possível observar o incremento de 1,7 brotos > 1 a 2 cm, com a aplicação de Stimulate e Phylgreen Gema (Stim + Phyl) em relação à testemunha.

Verifica-se alguns relatos de trabalhos com efeitos positivos da aplicação de Stimulate em cana-de-açúcar, com ganhos significativos em crescimento e produtividade da cultura (SILVA *et al.*, 2010 & CELESTRINO *et al.*, 2019), porém há relato de ausência de resposta, conforme Silva *et al* (2008).

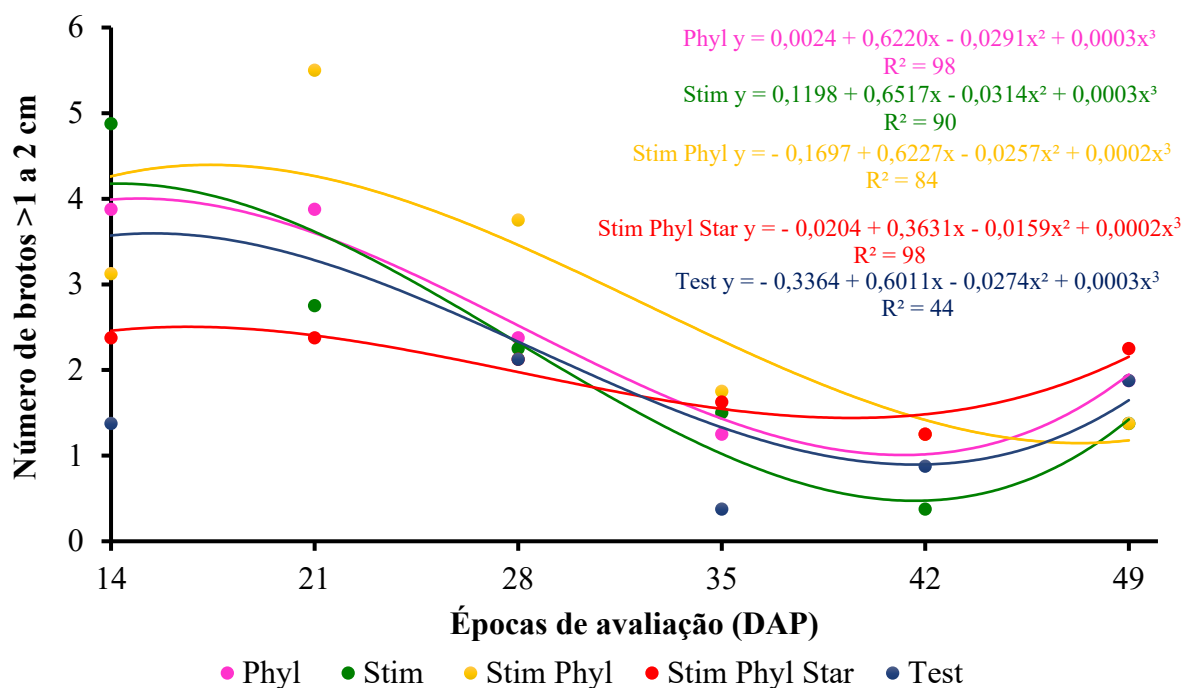


Figura 7 - Número de brotos de >1 a 2 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

O número de brotos > 2 a 3 cm de comprimento foi maior aos 21 DAP, logo depois o número diminuiu até os 49 DAP (Figura 8). A Figura 9 apresenta comportamento semelhante, com o maior número de brotos aos 21 DAP. As aplicações do Stimulate e Stimulate + Phylgreen Gemma resultaram em maior número de brotos > 3 a 4 cm aos 21 DAP.

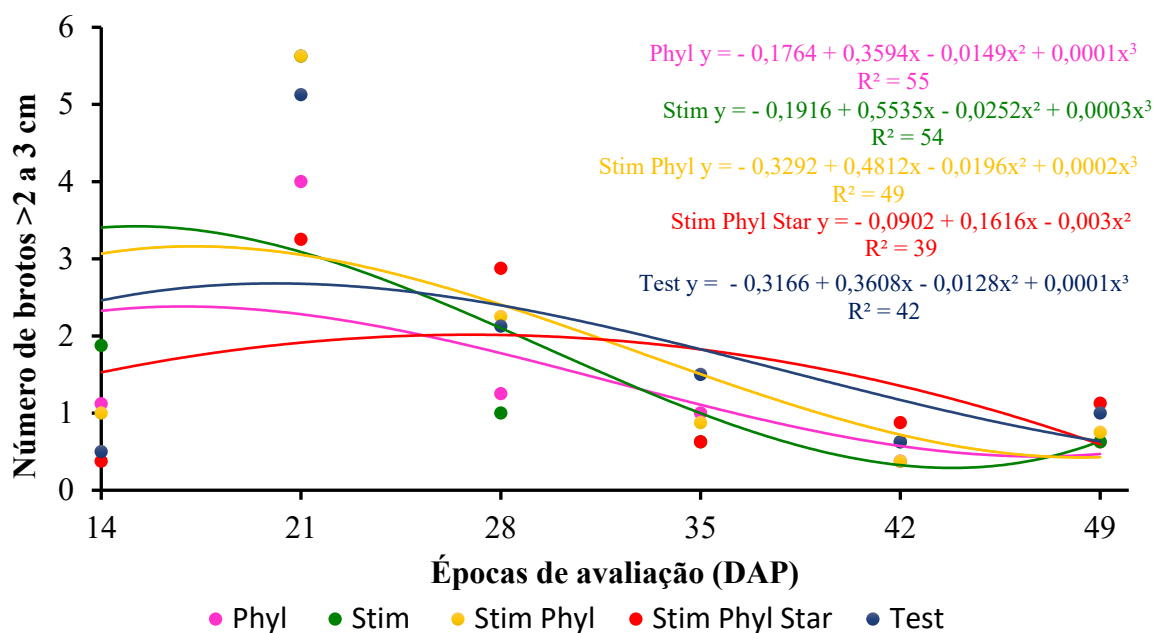


Figura 8 - Número de brotos > 2 a 3 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Foi encontrado de 10,35 a 18,25 brotos > 3 a 4 cm no vigésimo primeiro dia após o plantio (Figura 9). De acordo com os dados apresentados nas Figuras 6, 7, 8 e 9 é possível inferir o desenvolvimento lento até os 14 DAP, com a maior quantidade de brotos com comprimento até 1 cm, já aos 21 DAP houve crescimento dos brotos, alcançando até 4 cm.

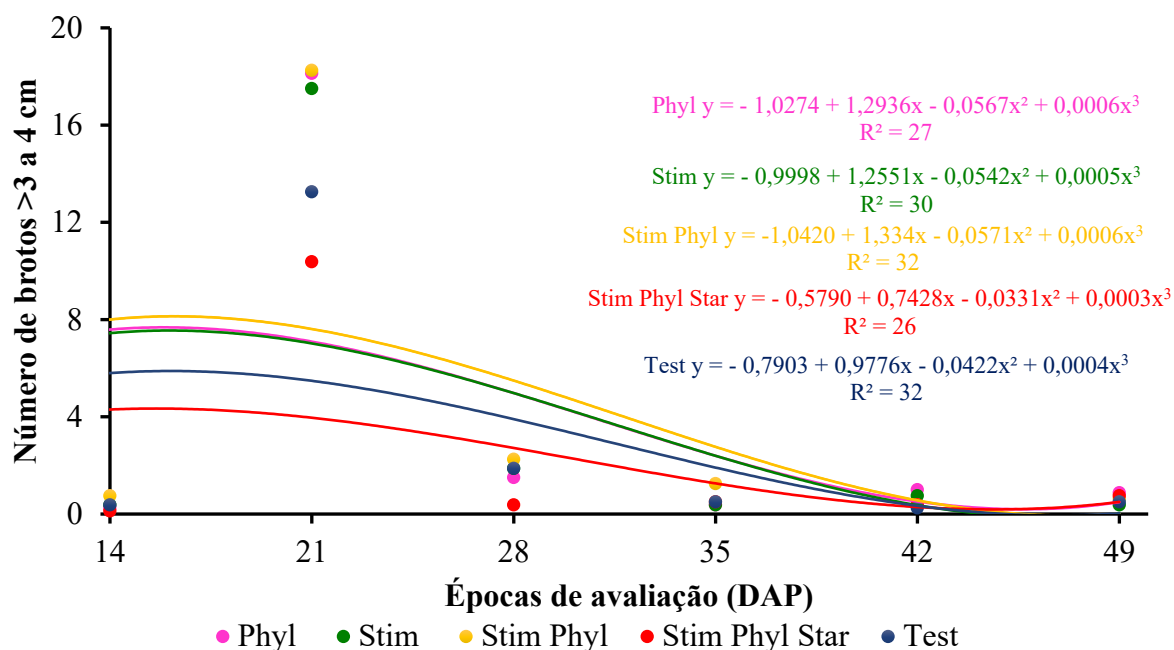


Figura 9 - Número de brotos >3 a 4 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Os brotos atingiram mais de 4 cm de comprimento aos 28 DAP, se aumentando o número de brotos com esse tamanho e continuou o desenvolvimento até os 49 DAP (Figura 10).

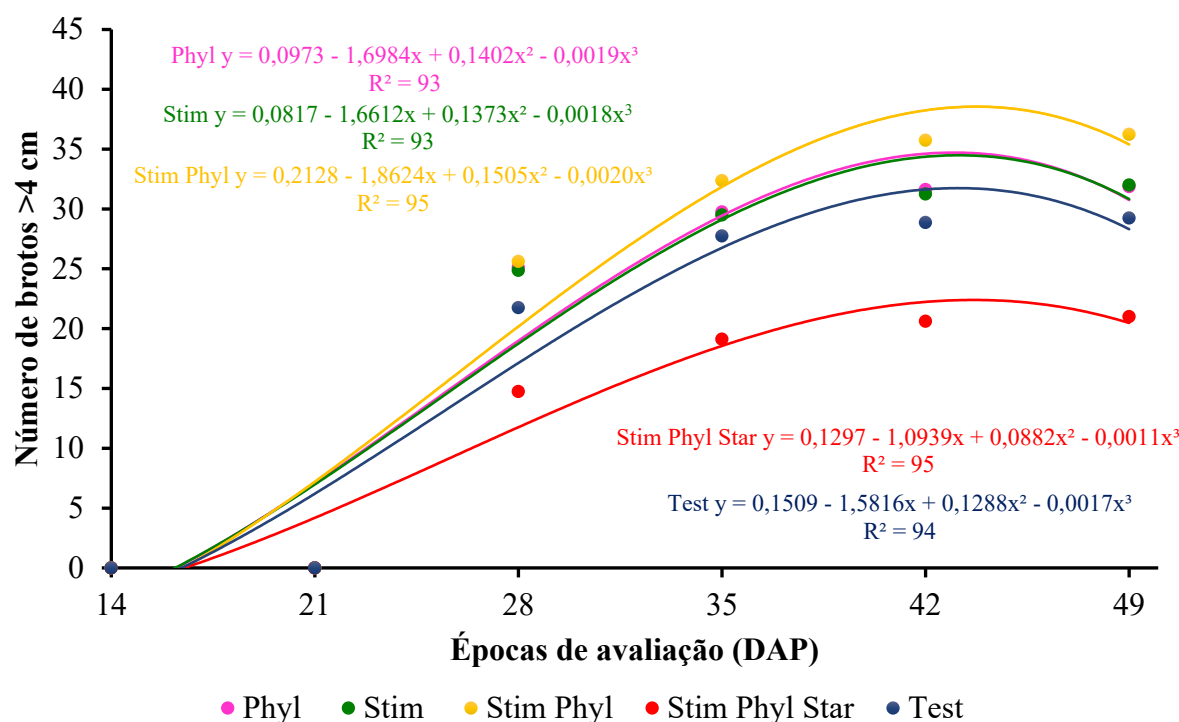


Figura 10 - Número de brotos > 4 cm de comprimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

O número total de brotos dobrou de 14 DAP a 21 DAP, já de 21 DAP a 49 DAP houve pouco incremento no número de brotos (Figura 11).

A partir dos 28 dias após o plantio da cana-de-açúcar houve uma estabilidade no número de brotos até os 49 dias (Figura 11), com isso, aos 28 DAP o viveirista poderia selecionar as mudas pré-brotadas para o transplântio, visto que não houve acréscimo na brotação. De acordo com Segato *et al.* (2006) as condições climáticas de cada região determinam a época de plantio da cana-de-açúcar, sendo a temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica fatores de extrema importância para a brotação e emergência dos brotos.

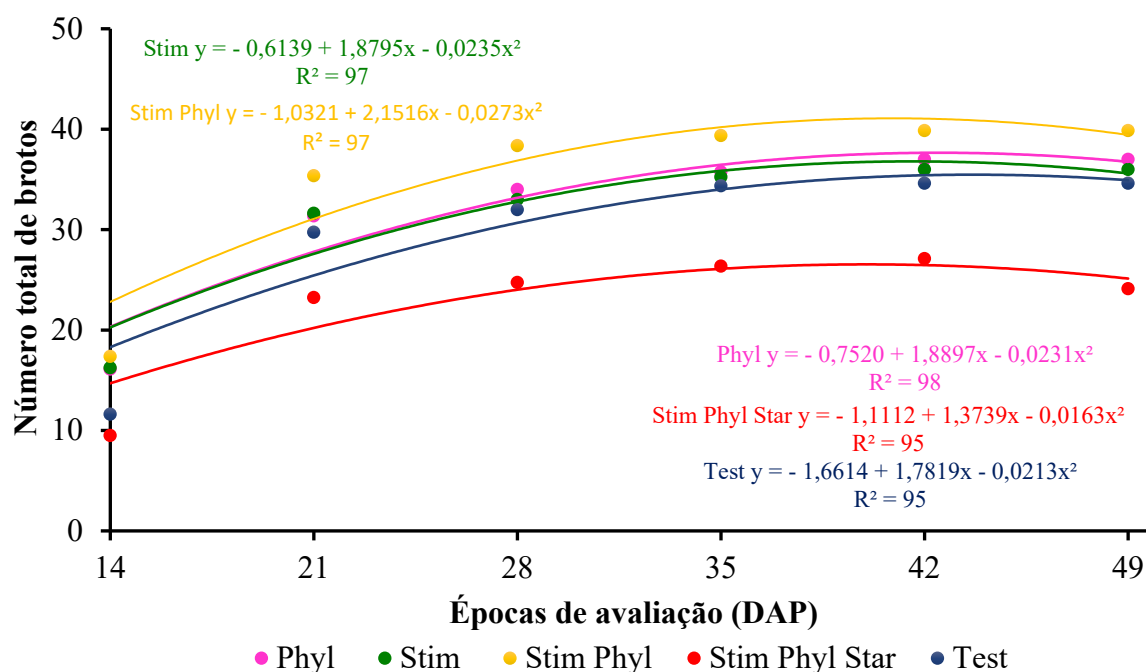


Figura 11- Número de brotos totais de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

Os resultados observados nas Figuras 9, 10 e 11 demonstram que as mudas pré-brotadas tratadas com Stimulate + Phylgreen Gemma possui brotos em maior quantidade e tamanho até os 49 DAP. Já a aplicação dos três bioestimulantes (Stimulate + Phylgreen Gemma + Starter) promoveu baixo desenvolvimento inicial da MPB, desenvolvendo de forma mais lenta que os brotos do tratamento controle (testemunha) onde não foi aplicado nenhum estimulante vegetal. Este resultado pode ser causado por problemas de incompatibilidade físico-químicas dos produtos utilizados na mistura.

O Stimulate e Starter são fabricados pela mesma empresa e são recomendados em misturas para aplicação em colmos. Estudos devem ser realizados para analisar se a incompatibilidade ocorreu devido a presença do Phylgreen Gemma com os outros produtos.

De acordo com a Tabela 2, a porcentagem de emergência de brotos variou de 39% (Stimulate + Phylgreen G. + Starter) a 60% (Stimulate + Phylgreen Gemma), enquanto a média geral foi de 51,2 % de brotos. A porcentagem de brotação foi baixa, quando comparado ao obtido em outros trabalhos, como de Costa *et al.* (2021), que alcançaram de 60 a 80% de brotação em produção de MPB.

Houve um período de temperaturas amenas entre 20 DAP e 30 DAP, como mostra a Figura 5. A cultura da cana-de-açúcar necessita de um período quente e úmido para brotar e emergir, com temperaturas do ar elevadas, na ordem de 30°C (SEGATO *et al.*, 2006). A faixa considera ideal é entre 34 e 37°C (NICKELL, 1975). A brotação pode ser inibida quando a temperatura é superior a 40°C e diminuir a velocidade quando a temperatura for inferior a 20°C (HUMBERT, 1968).

Tabela 2 - Porcentagem de emergência de brotos de cana-de-açúcar

Tratamentos	Média de gemas brotadas	%
Phylgreen Gemma	27	54
Stimulate	26,5	53
Stimulate + Phylgreen G.	30	60
Stimulate + Phylgreen G. + Starter	19,5	39
Testemunha	25	50

5 CONCLUSÃO

De acordo com o estudo as mudas pré-brotadas oriundas da aplicação de Stimulate e Phylgreen Gemma apresentaram maior porcentagem de emergência e tamanho de brotos.

Verificou-se que o desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana de açúcar foi desfavorecido quando aplicado os produtos: Stimulate, Phylgreen Gemma e Starter em mistura.

Pode-se concluir que a compatibilidade físico-química da mistura dos três produtos, Stimulate, Phylgreen Gemma e Starter, deverá ser tema de novos trabalhos para comprovar a eficácia no tratamento de toletes.

6 REFERÊNCIAS

- ANJOS, I.A.; BIDÓIA, M.A.P.; BRANCALIAO, S.R.; CAMPANA, M.P.; CAMPOS, M.F.; RH, Scarpari et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB)**, oriundas de gemas individualizadas, 109 v, Instituto Agronômico. 2013.16p.
- BASÍLIO, P DE 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. 2019.
- BECARI, G.R.G. Resposta da cana-planta à aplicação de micronutrientes. Campinas, Instituto Agronômico, 2010. 72p.
- BULGARI, R. et al. Biostimulants and crop responses: areview. **Biological Agriculture & Horticulture**, 31 (1), 1-17, 2015.
DOI: doi.org/10.1080/01448765.2014.964649
- CELESTRINO, R. B. et al. Indutores hormonais no desenvolvimento radicular e perfilhamento da cana-de-açúcar. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, 12(1), 107-112. 2019.
DOI: doi.org/10.5935/PAeT.V12.N1.11
- CASTRO, P. R. C.& VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical(132p). Guaíba: Agropecuária. 2001.
- CHEN, Z. J. et al. Toward sequencing cotton (*Gossypium*) genomes. **Plant physiology**, v. 145, n. 4, p. 1303-1310, 2007.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Terceiro levantamento, Brasília - DF, v. 9, n. 3, maio. 2023.

COSTA, R. M.; LEITE, M. R. L.; MATOS, S. S.; SOUSA, R. C. M.; SILVA-MATOS, R. R. S.; BEZERRA, A. A. . Quality of pre-sprouted sugarcane seedlings grown on substrates with decomposed babassu palm stem. **Pesquisa agropecuária tropical**. Goiânia – GO. V. 51, 2021.

EL MAWLA, H. A.; HEMIDA, B.; MAHMOUD, W. A. Study on the mechanization of sugarcane transplanting. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v. 2, n. 8, p. 2321-0869, 2014.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista brasileira de biometria, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dez. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 28 dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FIGUEIRA, J. de A.; CARVALHO, P. H.; SATO, H. H. Sugarcane starch: quantitative determination and characterization. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 31, n. 3, p. 806-815, 2013.

GÍRIO, L. A. D. S. et al. **Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n.1, p. 33-43, 2015.

HUMBERT, R. P. **The growing of sugar cane**. Amsterdam. Elsevier, 1968. 779 p.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema integrado de dados espaciais**. Brasília – DF. 2022.

JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, 196, 3-14. 2015.
DOI: doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** , Campinas, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

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. Campinas: Instituto Agrônomo, IAC, 2012.

LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2013. 16 p; (Documentos IAC, n. 109).

<https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/iacdoc109.pdf>

MANTOAM, E. J.; MILAN, M.; GIMENEZ, L. M.; ROMANELLI, T. L. Embodied energy of sugarcane harvesters. **Biosystems engineering**, v. 118, p. 156-166, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.12.003>

MEDEIROS, M. H. **Desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral à base de lodo de esgoto com e sem bioestimulante**. 2019. 26p Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG). Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia, Uberlândia – MG, 2019.

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

NICKELL, L. G. Ecophysiology of sugar cane. In: ALVIM, P. T. (Coord). **Ecophysiology of tropical crops**. Itabuna: CEPLAC, p. 1-52, 1975.

OLIVEIRA, C. P., et al. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar com o uso de condicionador de solo e bioestimulantes. **Revista Agrarian**, 6 (21), 245-251. 2013.

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

RODRIGUES, L.A.; BATISTA, M.S.; ALVAREZ, R.C.F.; LIMA, S.F.; ALVES, C.Z.

Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses estimulantes. **Nucleus**. V. 12. N. 1. p. 207-214. 2015.

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. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Livro Ceres, 2006. p.19-36.

SILVA, M. A., CATO, S. C. & COSTA, A. G. F. Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. *Ciência Rural*, 40 (4), 774-780. 2010.

DOI: doi.org/10.1590/S0103-84782010005000057

SILVA, I. D. N. da. **Resposta da cana-de-açúcar ao uso de bioestimulante sob diferentes densidades de plantio**. Monografia. Joao Pessoa. 2018.

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/12722/1/IDNS20122018.pdf>

SILVA, M. A.; JERÔNIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. **Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 8, p. 979-986, 2008.

SILVA, J.H.B.; SILVA, J.M.; SILVA, I.D.N.; PEREIRA NETO, F. XAVIER, W.A.; et al. . **Uso de Biostimulantes na Cana de Açúcar para indução do número de entre nós**. Anais da XV Semana Agrop. Univ Federal da Paraíba. V. 4, n. 2. Outubro de 2019.

TAIZ, L., et al. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2017. 858 p.

YAKHIN, O. I., et al. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**, 7, 2049. 2017.

DOI: doi.org/10.3389/fpls.2016.02049

ZILLIANI, R. R. **Influência de biorreguladores sobre a fisiologia e crescimento inicial de cana-de-açúcar submetida ao déficit hídrico** (59p). Dissertação de Mestrado, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil. 2021. Ou 2015