



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LUIZ DANIEL RODRIGUES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO**

AREIA

2022

LUIZ DANIEL RODRIGUES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO**

Trabalho de Graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586d Silva, Luiz Daniel Rodrigues da.

Desenvolvimento vegetativo de genótipos de
cana-de-açúcar oriundos de micropropagação / Luiz
Daniel Rodrigues da Silva. - Areia:UFPB/CCA, 2022.
33 f.

Orientação: Fabio Mielezrski.

TCC (Graduação) - UFPB/Campus II.

1. Agronomia. 2. Adaptação. 3. Crescimento. 4. Mudas
pré-brotadas. 5. Saccharum officinarum. I. Mielezrski,
Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)

LUIZ DANIEL RODRIGUES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 15 / 06 /2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fabio Mielezrski (Orientador)
DFCA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira – Examinador
DFCA/CCA/UFPB



Me. José Manoel Ferreira de Lima Cruz - Examinador
UFLA

Ao meu Deus, por me conceder saúde para vencer as batalhas. Aos meus pais (Luiz Antonio Rodrigues da Silva e Izabel Maria da Cruz) pelo amor e apoio nessa trajetória.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por sempre me guiar e proteger minha vida durante os anos arduos de conquistas. Ao meu pai, Luiz Antonio Rodrigues da Silva, o homem de grande coração que sempre faz o possível e o impossível pela família. O homem de fé que tenho como exemplo, o trabalhador rural que sempre batalha com determinação para ver os filhos alcançarem seus sonhos.

A minha mãe, Izabel Maria da Cruz, a melhor professora de todos os tempos, que sempre me apoiou e encorajou minha vida, principalmente no âmbito escolar. As intempéries da vida nunca foram barreiras para esta grande mãe levar seus filhos ao caminho da educação. A mulher que sempre cuidou e cuida da família.

Ao professor e orientador Fabio Mielezrski, por me acolher em seu grupo de orientados e guiar minha jornada acadêmica.

Ao professor e orientador do meu percurso na Iniciação Científica, Ademir Pereira de Oliveira, por todos os ensinamentos e conselhos para fortalecer minha vida pessoal e profissional.

Aos meus avôs, José Damião da Cruz e Maria de Lourdes dos Santos Cruz, pelas orações e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Luis Ismael Rodrigues da Silva e Laiza Ester Maria Rodrigues da Silva, que sempre apoiaram e apoiam minha trajetória acadêmica e pessoal.

A minha namorada, Mylena Costa da Silva, pelo amor e apoio em todas as ocasiões. Sou grato por estar sempre ao meu lado, com seus conselhos e atitudes que sempre me encorajaram a buscar o meu melhor, você faz parte desta conquista.

Aos colegas de classe da turma de Agronomia iniciada em 2017.1, pela troca de conhecimento e vivência, que contribuíram para minha evolução profissional e pessoal. Em especial, aos amigos (os irmãos), Antônio Marcos, Francisco Neto, João Henrique e Bilac Soares, por tudo que vivemos juntos ao longo desses anos. Guardo com muito carinho todos os momentos.

Aos amigos, Bruno Rosendo, José Manoel, Izaias Soares e João Paulo, por todo apoio acadêmico e pessoal. Homens de rocha, obrigado por tudo.

Aos amigos da Casa Amarela, Bruno Roseno, Emanuel Perez, Lucas Vinicius, Raphael Sousa e José Augusto, valeu demais a vivência com todos vocês.

Ao grupo de estudo GESUCRO, por todo apoio e espaço para o desenvolvimento desse trabalho e contribuições profissionais.

Aos amigos(as), Edson, Williams, Beatriz, Manoela, Gleydson, Ícaro, Jeremias, Pedro, Vilar, Muriel, Jefferson, Diego, Alisson, Guilherme, Veimar, José Eldo, Adjair, Jó, “Vava”, Dimas, Sr. Assis, ‘Xuriu’, Igor, Maciel, Matheus Ayres, agradeço a estas pessoas de honra.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pelas oportunidades e bolsas concedidas, que foram essenciais para minha formação profissional.

A empresa SBW do Brasil Agricultura Ltda, pela doação das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. A Asplan – Associação de Plantadores de Cana da Paraíba, por todo apoio a este trabalho.

Aos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste sonho,

OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

A cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) ocupa posição privilegiada entre os setores chaves do Brasil. No cultivo em escala nacional, esta cultura na safra 2021/22 ocupou uma área de 8616,1 mil hectares com produtividade média de 70,3 t ha⁻¹. Portanto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo de genótipos de cana-de-açúcar oriundo de micropropagação submetidas às condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 9 x 6, com nove genótipos de cana-de-açúcar oriundos de micropropagação vegetativa (CTC 15, CTC 9004, CTC 9005, RB015935, RB965902, RB975201, RB975242, RB935744 e RB867515) e seis épocas de avaliação (60 dias após o transplântio (DAT); 120 DAT; 180 DAT; 240 DAT; 300 DAT e 360 DAT). Nos 360 DAT apenas a RB965902, RB015935 e CTC 9005 proporcionaram os menores valores, com isso a CTC 9004, CTC 15, RB975201, RB975242 e RB935744, apresentaram altura igual quando comparadas a RB867515. A partir dos 180-300 DAT observa-se a estabilização no número de perfilhos de todos os genótipos, com destaque para a CTC 9005. Aos 360 DAT a RB975242, CTC 9004 e a RB975201, proporcionaram os maiores valores médios de número de entrenós. Com relação ao diâmetro de colmo a CTC 9004 mostrou bom resultado em todas as épocas de desenvolvimento. O número de folhas aos 300 DAT obteve a genótipo CTC 9005 como a melhor resposta. A CTC 9004, RB975201, RB975242 mostraram resultados satisfatórios para serem exploradas nas condições do Brejo Paraibano.

Palavras-Chave: adaptação; crescimento; mudas pré-brotadas; *Saccharum officinarum*

ABSTRACT

Sugarcane (*saccharum officinarum*) occupies a privileged position among the key sectors in Brazil. In the national scale, this crop in the 2021/22 harvest occupied an area of 8616.1 thousand hectares with an average productivity of 70.3 t ha⁻¹. Therefore, the objective was to evaluate the vegetative development of sugarcane genotypes from micropropagation submitted to the edaphoclimatic conditions of the Brejo Paraibano. The experimental design used was randomized blocks, with four replications. The treatments were distributed in a 9 x 6 factorial scheme, with nine sugarcane genotypes from vegetative micropropagation (CTC 15, CTC 9004, CTC 9005, RB015935, RB965902, RB975201, RB975242, RB935744 and RB867515) and six seasons of evaluation (60 days after transplantation (DAT); 120 DAT; 180 DAT; 240 DAT; 300 DAT and 360 DAT). In the 360 DAT, only RB965902, RB015935 and CTC 9005 provided the lowest values, so CTC 9004, CTC 15, RB975201, RB975242 and RB935744 presented the same height when compared to RB867515. From 180-300 DAT, there is a stabilization in the number of tillers of all genotypes, especially CTC 9005. At 360 DAT, RB975242, CTC 9004 and RB975201, provided the highest mean values of internode number. Regarding the stem diameter, CTC 9004 showed good results in all development periods. The number of leaves at 300 DAT obtained the CTC 9005 genotype as the best response. CTC 9004, RB975201, RB975242 showed satisfactory results to be explored under the conditions of the Brejo Paraibano.

Keywords: adaptation; growth; pre-sprouted seedlings; *Saccharum officinarum*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Perfilhamento da cana-de-açúcar	13
Figura 2. Morfologia da planta de cana-de-açúcar	14
Figura 3. Palmito (A) e meristema (B) de cana-de-açúcar	16
Figura 4. Primeira repicagem (A) e durante a multiplicação (B) da cana-de-açúcar	17
Figura 5. Plantio de cana-de-açúcar em copos plásticos contendo substrato	17
Figura 6. Mudas de cana-de-açúcar obtidas a partir de micropropagação pronta para o plantio no campo	18
Figura 7. Condições meteorológicas durante a condução experimental com mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo, na camada de 0 a 20 cm da área experimental	19
Tabela 2. Análise de variância para altura de planta (AP), número de plantas por metro linear (NPML), número de folhas abertas (NFA), número de entrenós (NE) e diâmetro de colmos (DC) de cana-de-açúcar em função de genótipos oriundos de micropropagação e dias após transplântio	21
Tabela 3. Altura de planta (AP) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15)	22
Tabela 4. Número de plantas por metro linear (NPML) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar (RB 867515, RB 935744, RB 975242, RB 975201, RB 965902, RB 015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15)	23
Tabela 5. Número de entrenós (NE) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15)	24
Tabela 6. Diâmetro de colmo (DC) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15)	25
Tabela 7. Número de folhas (NF) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15)	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. A cultura da cana-de-açúcar	12
2.2. Aspectos botânicos e fisiológicos da cana-de-açúcar	13
2.3. Ecofisiologia da cana-de-açúcar.....	14
2.4. Produção de mudas de cana-de-açúcar por micropropagação	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização do experimento	18
3.2. Condução experimental	19
3.3. Características avaliadas	20
3.3.1. Número de plantas por metro linear	20
3.3.2. Altura de planta	20
3.3.3. Diâmetro médio do colmo	21
3.3.4. Número de colmos	21
3.3.5. Número de folhas	21
3.4. Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ocupa posição privilegiada entre os setores-chaves do Brasil, devido possuir importância em questões sociais, ambientais e econômicas (Silva et al., 2020). Na safra 2021/22 a região Nordeste devido à boa distribuição das chuvas durante as fases importantes da lavoura trouxeram incremento nas produtividades, ficando a média regional 5,7% maior que a safra passada (CONAB, 2022).

As altas produtividades de colmos estão relacionadas principalmente com a forma de plantio, dentre estas, tem-se o modo convencional que utiliza de 18 a 20 t ha⁻¹ de rebolos, que podem perder vigor devido às lesões nas gemas de brotação durante a coleta e por causa do transporte para área de plantio (Coelho et al., 2018; May e Ramos, 2019). Além disso, o grande número de colmos pode elevar o risco de difusão de pragas e doenças, dificultando o controle, e elevando o custo de produção, pois no sistema de mudas pré-brotadas ocorre uma redução na ordem de 90% dos rebolos, proporcionando assim uma atividade lucrativa (Otto et al., 2022).

Nesse sentido, as mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar quando usadas para estabelecer uma hectare requer em torno de uma a duas toneladas de colmos, o que possivelmente pode gerar a economia de aproximadamente 19 milhões de cana que serão imediatamente utilizadas como matéria-prima para a produção de açúcar ou etanol nas usinas (Otto et al., 2022). A redução da quantidade de rebolos do novo método promove diversas vantagens, entre elas, a redução do custo relacionado à colheita e transporte de rebolos, o que melhora a logística, as operações de transporte, além de mitigar o tráfego de máquinas nos canaviais (Moraes et al., 2018; Fluminhan e Fluminhan, 2020). Assim como, gera outro conjunto de benefícios associados ao controle de doenças e pragas (Otto et al., 2022).

A implantação de um canavial com mudas pré-brotadas é favorecido devido à presença do sistema radicular que favorece a utilização dos recursos disponíveis no solo. Assim, o sistema radicular pode melhorar a absorção de nutrientes aplicados no início do ciclo da cultura, reduzindo a perda de nutrientes e, consequentemente, as consequências indesejáveis da aplicação de fertilizantes para o ambiente (Griffiths e York, 2020). Entretanto, a estrutura radicular dos genótipos pode sofrer alterações devido às condições edafoclimáticas a que foram submetidas e comprometer a produção, logo as mudas devem passar por um processo de adaptação antes da implantação em grande escala em determinada região.

Dessa forma, busca-se o genótipo que reúne as características de alta produtividade, ou seja, elevada produção de colmos por unidade de área e grande teor de açúcar nos colmos (Santos, 2008). Dessa forma, o diâmetro e comprimento dos colmos, o número de plantas por área são os fatores primordiais que determinam uma boa produtividade.

Portanto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo de genótipos de cana-de-açúcar oriundo de micropropagação submetidas às condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) é considerada uma importante cultura industrial no mundo, principalmente devido à produção de sacarose, onde os genótipos comerciais têm potencial para acumular até 18% de seu peso fresco na forma de sacarose (Inman-Bamber et al., 2011). Esta cultura é cultivada em vários países ao redor do mundo e responde por cerca de 80% da produção mundial de açúcar (Yang et al., 2021). Embora o açúcar seja a commodity mais cara da cana-de-açúcar, também é uma fonte importante para uma infinidade de outros subprodutos economicamente importantes como bagaço, melaço, canhaça, etanol, torta de filtro e vinhaça (Dotaniya et al., 2016).

Assim, a cana-de-açúcar é uma fonte de alimentos, fibras e combustível, que proporciona benefícios por reduzir as pegadas de carbono, ajudando assim a mitigar os desafios enfrentados pelo aquecimento global em certa medida (Carvalho et al., 2019). Dessa forma, uma grande expansão no cultivo e produção de cana-de-açúcar, impulsionada por uma demanda exponencialmente crescente por açúcar e biocombustível, é realizada nos principais países produtores de cana-de-açúcar, como Índia, Brasil, Tailândia e Austrália (Pipitpukdee et al., 2021).

Com relação aos biocombustíveis, a biomassa da cana-de-açúcar configura-se como um importante recurso renovável no mundo que pode substituir os combustíveis fósseis (Souza et al., 2011, Pazuch et al., 2017). Uma das vantagens importantes da produção de energia a partir de biomassa é a menor necessidade de investimento de capital, tem-se como exemplo a produção de biogás, em comparação com outras energias renováveis, como hídrica, solar e eólica (Roa et al., 2010). Além disso, esta apresenta potencial para produção de fertilizantes orgânicos e energia elétrica.

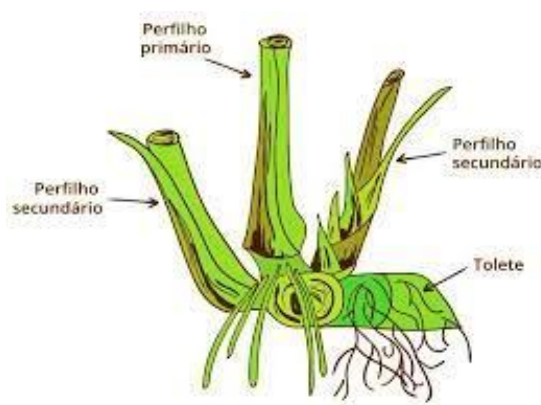
No cultivo em escala nacional, a cultura da cana-de-açúcar na safra 2021/22, ocupou uma área de 8616,1 mil hectares com produtividade média de 70,3 t ha⁻¹, porém houve uma redução quando comparada à safra anterior em todas as regiões brasileiras, por causa das condições climáticas (baixa precipitação) (CONAB, 2022). Na Região Nordeste a área em produção foi de 847,4 mil hectares na safra 2021/22 que proporcionou 60,2 t ha⁻¹ de colmos. O estado da Paraíba apresentou uma produtividade de 51,8 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar na mesma safra, com

destinação em maior proporção para a fabricação de etanol em detrimento à geração de açúcar, mas os percentuais de direcionamento podem variar ao longo da safra em razão das indefinições de mercado e das oscilações nos preços de comercialização do biocombustível e do adoçante (CONAB, 2022).

2.2. Aspectos botânicos e fisiológicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar possui aparato fotossintético C4 que apresenta alta taxa fotossintética e eficiência na utilização de CO₂ (gás carbônico) com adaptação a distintas condições edafoclimáticas (Marin e Nassif, 2013). A flexibilidade entre os subtipos fotossintéticos C4 NADP-enzima málica e a fosfoenolpiruvato carboxiquinase, confere alta eficiência fotossintética sob diferentes condições de luz (Sales et al., 2018).

A emergência inicia-se com surgimento das raízes e parte aérea do tolete por volta de 20 a 30 dias após o plantio e pode durar até 120 dias, sendo um processo fisiológico de ramificação subterrânea contínua das juntas nodais compactadas ao broto primário (Barbosa, 2010; Diola e Santos, 2010). O perfilhamento ocorre após a brotação das gemas, começam a se formar outros rebentos denominados perfilhos (Magro et al., 2011). Essa fase é caracterizada pela formação dos perfilhos primários, secundários e assim por diante (Figura 1) fazendo com que as raízes dos perfilhos proporcionem a nutrição necessária ao desenvolvimento da cana (Silva et al., 2004).

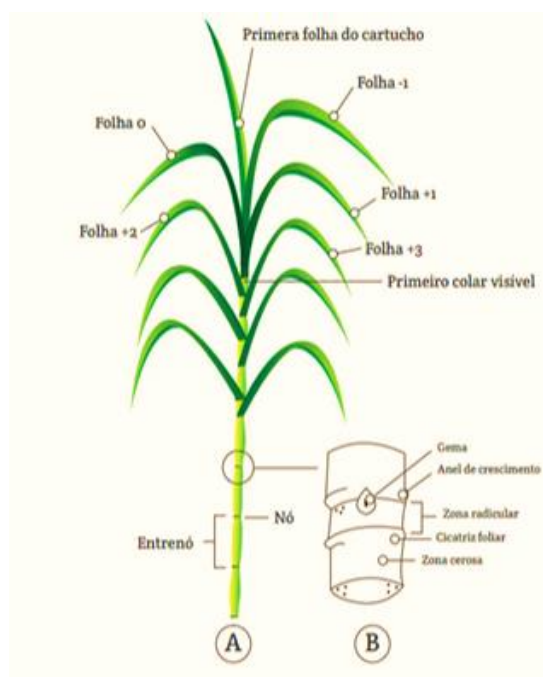


Fonte: SENAR, 2015.

Figura 1. Perfilhamento da cana-de-açúcar.

Devido à existência dos perfilhos, ocorre a formação de touceira (Castro e Christofolletti, 2005). A parte aérea é constituída por colmos segmentados em nós e entrenós, onde está localizada a inserção foliar (Marafon, 2012). Suas folhas são completas, compostas por bainha, colar e lâmina foliar, apresentando inserção alternada no colmo, a lâmina foliar é alongada e relativamente plana (Scarpari e Beauclair, 2008). Dessa forma, os estádios fenológicos desta planta é um dos menores quando comparado a outras culturas, devido principalmente ao seu

teor de sacarose armazenado nos colmos (Manhães et al., 2015). A brotação é o primeiro estágio da cana-de-açúcar em seguida ocorre à emergência, perfilhamento, crescimento da parte aérea e maturação (Figura 2).



Fonte: SENAR, 2015.

Figura 2. Morfologia da planta de cana-de-açúcar.

O desenvolvimento da parte aérea é estimulado pelas condições de alta luminosidade, umidade e temperatura, com o desenvolvimento em altura, inicia-se o acúmulo de sacarose na base do colmo, e o sistema radicular torna-se mais intenso, ressalta-se que a cana-de-açúcar ao receber altas taxas de radiação, os colmos poderão ser mais grossos, as folhas serão mais longas e verdes e o perfilhamento será mais intenso (Batista, 2013; Manhães et al., 2015). Com relação à fase de maturação, configura-se como a última antes da colheita, inicia aos 270 dias após o plantio ou corte (DAP/DAC) em um ciclo de 12 meses, e é responsável pela intensa formação de sacarose nas folhas através da fotossíntese para transferência e acúmulo nos colmos (Sanghera et al., 2019; Watt et al., 2014).

2.3. Ecofisiologia da cana-de-açúcar

A precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação são condicionantes climáticos importantes e possuem efeito sobre o comportamento fisiológico da cana-de-açúcar, assim, são vários os fatores que podem influenciar a brotação e o perfilhamento desta cultura, sendo eles: fatores ambientais (temperatura, luminosidade e umidade do ar e do solo); genéticos e

fisiológicos (genótipo, idade e sanidade das gemas); e fitotécnicos (práticas agrícolas realizadas no campo) (Manhães et al., 2015).

A temperatura necessária para o desenvolvimento da cana-de-açúcar difere de acordo com o genótipo, para os zoneamentos agrícolas, ainda se utiliza valores médios anuais entre 19 a 21°C como limite de tolerância para ciclo da cultura (Morais, 2015). Cardozo e Sentelhas (2013), estudando oito genótipos de cana-de-açúcar, encontrou variação de temperatura base apresentando valores mais altos que 20 e 21°C, enquanto as cultivares precoces (RB867515) e tardias (SP83-2847) apresentaram valores menores, entre 18 e 19 °C. Dessa forma, as tardias são menos sensíveis à baixa temperatura do ar do que as primeiras, portanto, continuam seu desenvolvimento por períodos mais longos, com retardo de seu amadurecimento (Amaral et al., 2019).

A necessidade hídrica da cana-de-açúcar varia entre 1.500 a 2.500 milímetros, conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). Na produção de cana-de-açúcar no centro-sul do Brasil a pegada hídrica é de 137 m³ t⁻¹ de cana, variando de 124 m³ t⁻¹ no estado de São Paulo a 170 m³ t⁻¹ no Paraná (Hernandes et al., 2014). Dessa forma, evidencia-se que as variações no consumo de água é possivelmente devido à evapotranspiração da cultura em relação ao clima e ao potencial produtivo, que variam com as condições edafoclimáticas e o manejo (Bordonal et al., 2020). Com relação à irrigação plena e suplementar, estas reduzem o déficit hídrico no período crítico do desenvolvimento da cultura e são estratégias importantes para aumentar a produção de biomassa com pouco uso adicional de água (Cardozo et al., 2016; Marin et al., 2016). Além disso, consumo hídrico dependerá do genótipo, fase de desenvolvimento e evapotranspiração em virtude do mês e da região (Bernardo, 2008).

A radiação solar também é essencial para o desenvolvimento da cana, onde a insolação da ordem de 18 a 36 MJ m⁻² dia⁻¹, sendo a duração e intensidade do brilho solar fundamentais no perfilhamento, assim como no crescimento dos colmos que aumentam em fotoperíodo entre 10 e 14 horas (Vianna, 2014). Os valores de eficiência conversão de energia real tanto para cana-planta quanto para cana-soca pode ser inferior aos valores teóricos apresentados para as espécies C4 (Barbosa et al., 2021). No geral, a radiação solar influencia a fotossíntese que favorece a produção de biomassa da cana-de-açúcar (Silva et al., 2014).

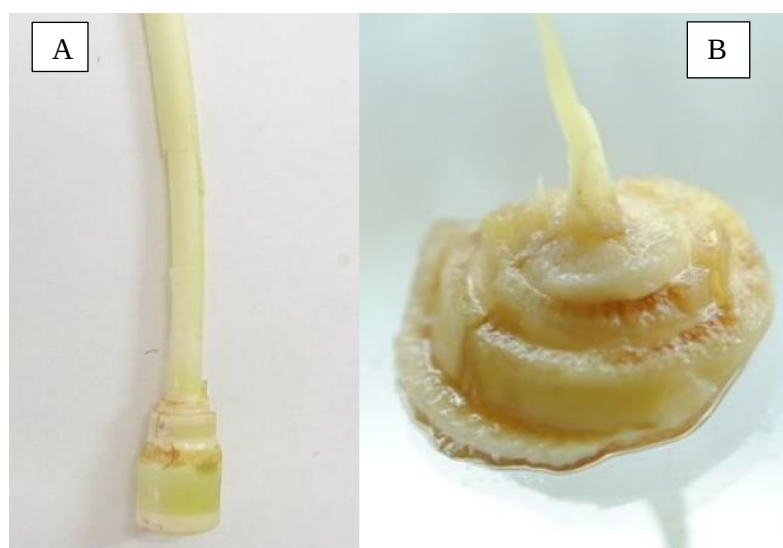
2.4. Produção de mudas de cana-de-açúcar por micropropagação

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar passa por rápidas mudanças e novas tecnologias estão sendo adotadas para aumentar a produtividade, eficiência e sanidade das plantas (Gírio et

al., 2019). Nesse sentido, um dos principais desafios é modificar o método de implantação convencional do canavial dentro dos campos brasileiros, ou seja, por meio de pedaços de colmo (Otto et al., 2022), para mudas pré-brotadas (MPB).

A micropropagação (propagação através do meristema apical) é estabelecida quando se busca um método mais viável e bem sucedido para produção de material livre de patógenos, ou seja, a principal vantagem é a rápida multiplicação, com garantia de melhor saúde das plantas (Ali et al., 2008). Além disso, pode ser considerado o melhor método de propagação, pois produz plantas fenotipicamente semelhantes a planta mãe e proporciona uma taxa de multiplicação mais rápida. Durante as últimas três décadas, vários protocolos para micropropagação *in vitro* de cana-de-açúcar foram sugeridos (Ramanand e Lal, 2004; Singh et al., 2006; Lal et al., 2008), pois várias vantagens são observadas, como a rápida disseminação de recém-lançadas; rejuvenescimento de velhas deterioradas; fácil transporte de material de sementes; alta produtividade de cana e rendimento de açúcar (Lal et al., 2015).

A técnica de propagação da cana-de-açúcar por meio de meristema apical é considerada uma alternativa vantajosa para a multiplicação, devido à economia de tempo quando comparada às técnicas convencionais (Vieira et al., 2009). Dentre os protocolos tem-se o de Dutra et al. (2011), onde as plantas-mãe, são coletados os colmos e destes são retirados os palmitos com aproximadamente 5 cm de comprimento (Figura 3A), os quais são submetidos à desinfestação com imersão em álcool 70% por 2 minutos, em hipoclorito de sódio (2%) por 15 minutos, e realizada tríplex lavagem com água destilada autoclavada. Posteriormente, o meristema (Figura 3B) é excisado com pinças e bisturi enquanto imerso em solução de ácido cítrico a 1,5%, para evitar sua oxidação.



Fonte: Paulo Luiz Lanzetta Aguiar

Figura 3. Palmito (A) e meristema (B) de cana-de-açúcar.

Depois de desinfestados, os explantes são inoculados em frascos contendo sais e mantidos no escuro por cinco dias e posteriormente sob 25 ± 2 °C, fotoperíodo de 16 horas e densidade de fluxo de fótons de $27 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Aos dez dias, os explantes são trocados de meio de cultivo devido à oxidação fenólica, permanecendo por mais de 15 dias até o desenvolvimento do explante, quando é feita a primeira repicagem (Figura 4A e B).



Fonte: Lorena Pastorini Donini.

Figura 4. Primeira repicagem (A) e durante a multiplicação (B) da cana-de-açúcar.

Visando multiplicar e quantificar a taxa de multiplicação dos explantes, são realizadas seis repicagens, em média a cada 30 dias. Após o enraizamento *in vitro*, as plantas são retiradas dos frascos, e as raízes lavadas para retirada do excesso de meio de cultura e plantadas em copos plásticos de 150 mL, contendo cerca de 150 gramas dos substratos (Figura 5).



Fonte: Lorena Pastorini Donini.

Figura 5. Plantio de cana-de-açúcar em copos plásticos contendo substrato.

Aos 30 dias após a aclimatização, o material é retirado da cobertura e mantido em casa de

vegetação por mais 15 dias até obtenção de tamanho maior. Aos 45 dias após a aclimatização ocorre a transferência das plantas para recipientes maiores (3 kg), contendo substrato, mantidos em casa de vegetação por mais 60 dias até obtenção de tamanho adequado para o plantio no campo (figura 6).



Fonte: Lorena Pastorini Donini

Figura 6. Mudas de cana-de-açúcar obtidas a partir de micropropagação pronta para o plantio no campo.

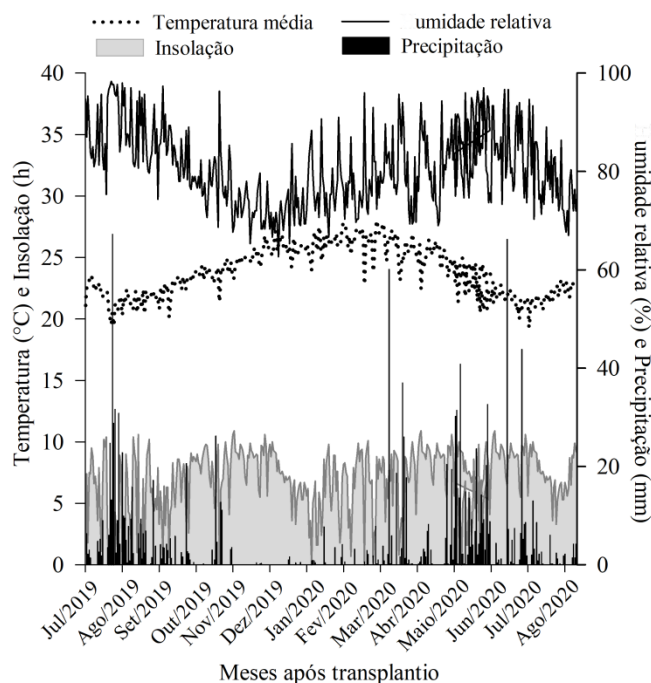
Este método quando comparado ao convencional, apresenta aumento de 13,2% na produtividade da cana e 11,03% de recuperação de açúcar, sob as práticas agronômicas paralelas no campo, além disso, os patógenos que continuam acumulando de geração após a geração nas sementes propagadas em rebolos, são combatidos, o que aumenta o rendimento e a qualidade da cana-de-açúcar (Sood et al., 2006). Em geral, a menor quantidade de colmos utilizados por área é a principal vantagem do estabelecimento da cana-de-açúcar por meio de MPB em torno de $1\text{--}2\text{ t ha}^{-1}$, enquanto o estabelecimento da lavoura por meio do convencional, a quantidade de colmos necessária pode chegar a 20 t ha^{-1} (Coelho et al., 2018; May e Ramos, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido em condições de campo na fazenda experimental Chã-de-Jardim do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Areia-PB, localizado na Microrregião do Brejo Paraibano ($6^{\circ} 58' 10.7''$ S e $35^{\circ} 44' 02.5''$ W e

altitude de 574,62 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo As caracterizado como quente e úmido, com precipitação média anual de 1.200 mm que ocorre de março a agosto (Alvares et al., 2013). As condições meteorológicas no período experimental (28/junho/2019 a agosto/2020) são mostradas na Figura 7.



Fonte: INMET Estação Meteorológica Automática de Areia, PB, Brasil.

Figura 7. Condições meteorológicas durante a condução experimental com mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

3.2. Condução experimental

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo (Santos et al., 2018). Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm antes da instalação do experimento para análise dos atributos químicos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo, na camada de 0 a 20 cm da área experimental.

Características químicas										
pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	MO
H ₂ O (1:2,5)	-----mg dm ⁻³ -----									g kg ⁻¹
5,9	1,46	25,26	0,07	4,5	0,00	3,69	2,04	5,86	10,37	46,83

P, K⁺, Na⁺ - Extrator Mehlich 1; H⁺ + Al³⁺ - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0 ; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ - Extrator KCl 1 M; SB – Soma de Bases Trocáveis; CTC - Capacidade de Troca Catiônica ; MO - Matéria Orgânica – Walkley-Black

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 9 x 6, com nove genótipos de cana-de-açúcar oriundos de micropropagação vegetativa (CTC 15, CTC 9004, CTC 9005, RB015935, RB965902, RB975201, RB975242, RB935744 e RB867515) e seis épocas de avaliação (60 dias após o transplântio (DAT); 120 DAT; 180 DAT; 240 DAT; 300 DAT e 360 DAT). A parcela foi composta por 4 linhas de 5,0 m de comprimento com 10 mudas cada, sob o espaçamento simples entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,5 m, sendo as duas linhas centrais consideradas úteis. O genótipo RB867515 foi considerado a testemunha.

O preparo do solo foi realizado por meio de gradagem e confecção de sulcos com aproximadamente 30 cm de profundidade, com o objetivo de propiciar condições favoráveis para adubação, cobertura do adubo e abertura das covas. De acordo com a análise do solo, foi feita a correção do solo utilizando 0,60 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, determinado através do cálculo de necessidade de calagem, levando em consideração o método de elevação da saturação por bases do solo, visando aumentar a saturação recomendada para a cultura de 60%. No plantio foram aplicados 67 kg ha⁻¹ de N, 556 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 104 kg ha⁻¹ de K₂O. Em cobertura 156 kg ha⁻¹ de N e 138 kg ha⁻¹ de K₂O em partes iguais aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT), e 445 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apenas aos 30 DAT, respectivamente, nas fontes uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O transplântio ocorreu quando as mudas tinham aproximadamente 60 dias de idade, formando uma população de 20 mil plantas por hectare. As primeiras semanas após o transplântio as mudas precisaram ser irrigadas para um melhor efeito de pega, foram distribuídos 20 litros de água (regador plástico) por cada linha uma vez ao dia, durante trinta dias após o plantio.

As avaliações foram realizadas aos 60, 120, 180, 240, 300 e aos 360 DAT em 10 plantas situadas nas duas linhas centrais da parcela.

3.3. Características avaliadas

3.3.1. Número de plantas por metro linear (NPML)

Foi efetuada a contagem dos colmos existentes nos dois sulcos centrais de cada parcela, em seguida foi feita a média, relacionando o número de colmos com o comprimento do sulco, obtendo assim, a quantidade de colmos por metro linear.

3.3.2. Altura de planta (AP)

A altura de planta foi mensurada com o uso de uma trena, a partir da base do colmo até a inserção da folha +1, com os resultados expressos em centímetros.

3.3.2. Diâmetro médio de colmos (DC)

O diâmetro médio, foi mensurado com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 1 mm, medindo-se no primeiro 1/3 da altura do colmo da base para a ponta.

3.3.3. Número de entrenós (NE)

O número de entrenós foi mensurado contabilizando cada entrenó da base do colmo até o início do palmito.

3.3.4. Número de folhas (NF)

O número de folhas foi contabilizado a partir da folha +1 (folha com a lícula visível).

3.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico R® versão 3.6.1 (R CORE TEAM, 2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os genótipos e os dias após o plantio promoveram influenciaram a altura de planta (AP), número de plantas por metro linear (NP), número de folhas abertas (NFA), número de entrenós (NE) e diâmetro de colmos (DC) da cana-de-açúcar RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15 (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para altura de planta (AP), número de plantas por metro linear (NPML), número de folhas abertas (NFA), número de entrenós (NE) e diâmetro de colmos (DC) de cana-de-açúcar em função de genótipos oriundos de micropropagação e dias após transplante.

FV	GL	Quadrados Médios		
		AP	NPML	NFA
Genótipos (G)	8	721,42**	43,79**	5,23**
DAT (D)	5	255909,75**	804,29**	142,60**
G x D	40	338,29*	4,42**	1,47**
Blocos	3	200,81 ^{ns}	13,32**	1,33**
Resíduos	159	214,57	1,92	0,40

CV (%)		14,19	12,05	18,05
		NE	DC	
Genótipos (G)	8	13,28**	0,2514**	
DAT (D)	3	2933,44**	2,29**	
G x D	24	5,19**	0,0273**	
Blocos	3	1,47 ^{ns}	0,0197 ^{ns}	
Resíduos	132	1,66	0,0081	
CV (%)		10,69	3,83	

DAT: Dias após transplântio; FV: Fonte de Variação; GL: Grau de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; ns: Não significativo a 5% e 1% de probabilidade; **: significativo a 1% e *: significativo a 5% de probabilidade.

A RB867515, CTC 9005 e CTC 15 conferiram as maiores altura de plantas nos 180 DAT. Aos 300 DAT a RB867515, RB935744, RB975242, RB965902 e a CTC 9005 resultaram as maiores altura. Nos 360 DAT apenas a RB965902, RB015935 e CTC 9005 proporcionaram os menores valores, com isso a CTC 9004, e CTC 15, RB975201, RB975242 e RB935744, não diferenciaram estatisticamente quando comparadas a RB867515, uma das canas mais cultivada na Região Nordeste (Tabela 3). Portanto, ressalta-se que estas apresentam características morfológicas semelhantes com relação ao hábito de crescimento (ereto) e ao porte (alto).

Tabela 3. Altura de planta (AP) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15).

Genótipos	Altura de planta (cm)					
	60 DAT	120 DAT	180 DAT	240 DAT	300 DAT	360 DAT
RB867515	13,37 aF	38,90 aE	92,50 aC	108,0 aC	172,10 aB	262,83 aA
RB935744	13,05 aF	37,80 aE	65,75 bC	83,10 aC	156,90 aB	246,41 aA
RB975242	11,60 aF	34,45 aE	69,00 bD	93,00 aC	161,15 aB	258,08 aA
RB975201	12,75 aE	33,30 aE	66,12 bD	88,30 aC	148,80 bB	256,58 aA
RB965902	14,07 aF	34,95 aE	71,15 bD	99,20 aC	157,65 aB	230,70 bA
RB015935	13,85 aF	34,75 aE	70,78 bC	88,10 aC	148,55 bB	221,25 bA
CTC 9005	14,67 aF	49,80 aE	90,82 aC	96,75 aC	167,45 aB	228,91 bA
CTC 9004	17,47 aF	39,95 aE	69,46 bD	92,15 aC	148,95 bB	245,66 aA
CTC 15	12,22 aE	33,20 aD	97,91 aC	107,45 aC	138,25 bB	234,16 aA

Letras minúsculas comparam as médias dos DAT dentro de cada genótipo. As letras maiúsculas comparam as médias entre os genótipos dentro de cada DAT. As médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). DAT: dias após o transplântio

Com relação ao crescimento dos genótipos ao longo do tempo é possível observar o desenvolvimento normal de aumento em altura das plantas. Assim como, observa-se um crescimento mais lento dos 180 DAT aos 240 DAT, respectivamente, dezembro a fevereiro. Este fato pode ser atribuído a precipitação baixa destes meses nas condições da região

trabalhada (Figura 7), logo as plantas apresentaram um desenvolvimento vegetativo lento.

Dayana (2015), afirma que tanto o excesso de umidade quanto a falta prejudica o cultivo da cana-de-açúcar. Dessa forma, a umidade relativa do ar ideal esta entre 80 e 85% durante o crescimento e entre 45 e 65% durante a maturação/colheita, sendo esta última condição presente entre setembro e abril no Nordeste brasileiro (Silva et al., 2020). Os resultados meterológicos registraram valores de umidade relativa do ar próxima à faixa ideal (73 a 78%), porém precipitação de 31,5 mm durante a fase de crescimento vegetativo das mudas (180 a 240 DAT), nos meses de dezembro a fevereiro.

A RB975242, RB015935 e CTC 9004 conferiram os melhores valores de número de plantas por metro linear nos 60 DAT. Aos 120 DAT a RB935744, RB975242, RB965201, RB015935 e a CTC 9004 resultaram as melhores números plantas. Nos 180 DAT apenas a RB935744, RB015935, CTC 9005 e CTC 9004 proporcionaram os maiores valores. Entretanto, apenas a CTC 9005 destacou-se perante as demais aos 240 DAT. Quando observado os resultados aos 300 DAT ressalta-se apenas RB935744, RB015935 e CTC 9005. A partir dos 240-300 DAT observa-se a estabilização no número de perfilhos de todos os genótipos com destaque para a CTC 9005 (Tabela 4).

O perfilhamento é um fator que afeta a produção de cana-de-açúcar e está ligado ao potencial genético de cada genótipo (Benett et al., 2011; Costa et al., 2016). Otto et al. (2022), avaliando diferentes épocas de plantio de MPB, relataram número médio de 10 perfilhos por metro linear, com estabilização em torno do quinto mês após o plantio, fato este também observado nesta pesquisa. Portanto, muitos são os fatores que podem influenciar o perfilhamento da cana, sendo eles: fatores ambientais; genéticos e fisiológicos; e fitotécnicos (Manhães et al., 2015).

Tabela 4. Número de plantas por metro linear (NP) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB 867515, RB 935744, RB 975242, RB 975201, RB 965902, RB 015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15).

Genótipos	Número de plantas por metro linear (NPML)					
	60 DAT	120 DAT	180 DAT	240 DAT	300 DAT	360 DAT
RB 867515	9,32 dB	15,67 cA	9,15 cB	6,55 bC	5,90 bC	6,27 bC
RB 935744	14,17 bB	21,70 aA	13,57 aB	9,20 bC	8,35 aC	8,22 aC
RB 975242	15,15 aB	22,50 aA	11,75 bC	8,70 bD	7,00 bD	8,07 aD
RB 975201	12,35 cB	20,32 aA	10,75 bB	8,40 bC	6,87 bC	7,85 aC
RB 965902	10,95 cB	19,10 bA	11,30 bB	8,32 bC	7,40 bC	7,02 aC
RB 015935	16,02 aB	21,05 aA	12,32 aC	8,72 bD	8,22 aD	8,55 aD

CTC 9005	13,62 bB	19,30 bA	14,17 aB	11,05 aC	10,10 aC	9,37 aC
CTC 9004	15,77 aB	22,10 aA	13,57 aC	8,35 bD	7,37 bD	8,47 aD
CTC 15	11,70 cB	17,62 bA	11,65 bB	7,41 bC	7,30 bC	8,00 aC

Letras minúsculas comparam as médias dos DAT dentro de cada genótipo. As letras maiúsculas comparam as médias entre os genótipos dentro de cada DAT. As médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). DAT: dias após o transplântio

As mudas pré-brotadas iniciaram o desenvolvimento de entrenós quando estavam aos 180 DAT (Tabela 5). Os genótipos RB935744 e CTC 15 conferiram os menores números de entrenós nos 300 DAT. Aos 360 DAT a RB975242, CTC 9004 e a RB975201, proporcionaram os maiores valores, porém foram estatisticamente iguais as demais. Estas conferiram um aumento na ordem de, respectivamente, 12,7%, 15,5%, e 11,5%, considerando o desenvolvimento dos 120 aos 240 DAT.

Os melhores números de entrenós podem ser atribuídos à umidade e a temperatura variando próxima à faixa ideal 77-78% e 19-28°C, respectivamente (Figura 7), durante a fase de intenso crescimento vegetativo. Além disso, o número de entrenós aumenta gradualmente desde a fase de grande crescimento até a fase de maturação, Hemaprabha et al. (2013), verificaram quantidades de 12 a 24 por planta em condições de sequeiro. De acordo com Lingle e Thomson (2012), à medida que os entrenós se alongam, o açúcar total aumenta, e a hemicelulose diminui. Após o alongamento, há o aumento da sacarose e lignina, onde posteriormente ocorre redução do teor de celulose devido à idade do entrenó, favorecendo o rendimento industrial.

Tabela 5. Número de entrenós (NE) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15).

Genótipos	Número de entrenós			
	180 DAT	240 DAT	300 DAT	360 DAT
RB867515	4,15 Ac	5,95 aC	14,86 aB	22,58 aA
RB935744	2,80 aD	5,05 aC	13,24 bB	23,41 aA
RB975242	3,40 aD	6,30 aC	16,05 aB	26,70 aA
RB975201	2,85 aD	6,10 aC	15,49 aB	24,58 aA
RB965902	3,30 aD	7,70 aC	15,58 aB	22,16 aA
RB015935	2,75 aD	6,85 aC	15,50 aB	22,08 aA
CTC9005	5,20 aD	7,10 aC	16,04 aB	22,75 aA
CTC9004	3,90 aD	6,10 aC	16,86 aB	24,81 aA
CTC15	2,90 Ad	5,85 aC	12,33 bB	20,50 aA

Letras minúsculas comparam as médias dos DAT dentro de cada genótipo. As letras maiúsculas comparam as médias entre os genótipos dentro de cada DAT. As médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). DAT: dias após o transplântio

Com relação ao diâmetro de colmos a CTC 9004 mostrou bom resultado em todas as épocas. Associado a isto, tem-se também aos 180 DAT o genótipo RB935744. E aos 240 DAT a RB935744 e RB867515. A RB867515 e RB015935 destacaram-se aos 300 DAT (Tabela 6). Dentre os fatores de produção, o diâmetro do entrenó pode estar diretamente relacionado ao acúmulo de sacarose, que conseqüentemente, agrega-se com a capacidade de armazenamento nas células do parênquima do colmo (Marafon, 2012). Oliveira et al. (2014), ressalta que o diâmetro médio do colmo apresenta baixa variação, por resultar da característica intrínseca de cada genótipo, número de plantas e condições ambientais, com destaque para a precipitação.

Tabela 6. Diâmetro de colmo (DC) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15).

Genótipos	Diâmetro de colmo (cm)			
	180 DAT	240 DAT	300 DAT	360 DAT
RB867515	1,91 bC	2,07 aB	2,15 aA	2,21 aA
RB935744	2,09 aB	2,00 aB	2,08 bB	2,21 aA
RB975242	1,70 bD	1,85 bB	1,90 bB	2,24 aA
RB975201	1,83 bB	1,90 bB	2,02 bB	2,25 aA
RB965902	1,70 bD	1,85 bC	1,96 bB	2,12 aA
RB015935	1,85 bB	1,90 bB	2,10 aA	2,18 aA
CTC 9005	1,71 bB	1,80 bB	1,86 dB	2,08 aA
CTC 9004	2,02 aD	2,24 aC	2,40 aB	2,55 aA
CTC 15	1,81 bB	1,88 bB	1,92 aA	2,10 aA

Letras minúsculas comparam as médias dos DAT dentro de cada genótipo. As letras maiúsculas comparam as médias entre os genótipos dentro de cada DAT. As médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). DAT: dias após o transplântio

O genótipo CTC 9004 destacou-se na produção de folhas no período de 60 aos 240 DAT (Tabela 7). Assim como, RB975201 nos 180 DAT, a RB975242, RB015935, CTC 9004 e CTC 15 foram aos 240 DAT. E aos 300 DAT o melhor genótipo foi a CTC 9005 e a partir dessa época é possível observar uma estabilização no número de folhas até o momento da colheita aos 360 DAT.

Tabela 7. Número de folhas (NF) de mudas pré-brotadas de diferentes genótipos de cana-de-açúcar oriundas de micropropagação (RB867515, RB935744, RB975242, RB975201, RB965902, RB015935, CTC 9005, CTC 9004 e CTC 15).

Genótipos	Número de folhas					
	60 DAT	120 DAT	180 DAT	240 DAT	300 DAT	360 DAT

RB867515	2,90 bB	2,70 bB	2,55 bC	3,75 bC	3,52 dA	3,64 dA
RB935744	3,21 bB	2,40 bB	2,55 bB	3,84 bB	5,90 bA	5,80 bA
RB975242	3,80 bB	2,85 bB	4,30 bB	5,16 aB	4,47 dA	4,10 dA
RB975201	2,97 bB	2,85 bB	2,50 aC	3,47 bC	4,35 dA	3,98 dA
RB965902	3,46 bB	3,10 bB	2,75 bC	5,11 bC	5,20 cA	5,00 cA
RB015935	3,51 bB	2,85 bB	3,27 bB	4,55 aB	5,37 cA	5,05 cA
CTC 9005	3,95 bB	3,35 bB	3,40 bB	4,40 bB	7,12 aA	7,00 aA
CTC 9004	4,52 aB	4,25 aB	4,50 aB	5,59 aB	5,97 cA	4,97 cA
CTC 15	3,32 bB	2,80 bB	3,30 bB	4,70 aB	4,35 dA	4,00 dA

Letras minúsculas comparam as médias dos DAT dentro de cada genótipo. As letras maiúsculas comparam as médias entre os genótipos dentro de cada DAT. As médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). DAT: dias após o transplântio

Os tecidos-fonte (folhas) devido ao seu metabolismo e transporte são determinantes sobre acúmulo de sacarose no colmo, bem como os tecidos drenos. Este parametro é bastante influenciado, dentre as condições agrícolas, pelo regime hídrico durante o ciclo da cultura. Além disso, a diminuição do teor de água foliar causa enrolamento das mesmas, e após a reidratação, as folhas se expandem gradualmente, favorecendo os processos fotossintéticos, que geram substâncias orgânicas que posteriormente são alocadas nos órgãos de armazenamento (Zhang et al., 2015).

5. CONCLUSÕES

Para a variável altura de plantas, os genótipos CTC 9004, CTC 15, RB975201, RB975242 e RB935744 conferiram os desempenhos superiores, juntamente com RB867515 (testemunha) aos 360 DAT.

Todos os genótipos perfilharam mais que a testemunha. CTC 9005 obteve maior número de folhas.

A CTC 9004, CTC 9005, RB975242 mostraram resultados satisfatórios para serem exploradas nas condições do Brejo Paraibano.

REFERÊNCIAS

ALI, A., NAZ, S., SIDDIQUI, F. A., IQBAL, J. An efficient protocol for large scale production of sugarcane through micropropagation. **Pakistan Journal of Botany**, v. 40, n. 1, p. 139-149, 2008.

AMARAL, M. A. C. M., COELHO, R. D., JOSÉ, J. V., OLIVEIRA, Á. S. Temperatura base e

taxa de crescimento de oito de cana-de-açúcar. **Revista Geama**, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2019.

BACCHI, M. R. P., CALDARELLI, C. E. Impactos socioeconômicos da expansão do setor sucroenergético no Estado de São Paulo, entre 2005 e 2009. **Nova Economia**, v. 25, n. 1, p. 209-224, 2015.

BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125p. (Dissertação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2013.

BARBOSA, F. S. **Resistência á seca em cana-de-açúcar para diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo**. 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. 2010.

BENETT, C. G. S., BUZETTI S., SILVA, K. S., TEIXEIRA FILHO M. C. M., GARCIA, C. M. P. MAESTRELO P. R. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1661-1667.

BARRERA, E. L., SPANJERS, H., DEWULF, J., ROMERO, O., ROSA, E. The sulfur chain in biogas production from sulfate-rich liquid substrates: a review on dynamic modeling with vinasse as model substrate. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 88, n. 8, p. 1405-1420, 2013.

BARBOSA, A. M., ZILLIANI, R. R., TIRITAN, C. S., SOUZA, G. M., SILVA, M. A. Energy conversion efficiency in sugarcane cultivars as a function of production environments in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 150, p. 111500, 2021.

BORDONAL, R. D. O., CARVALHO, J. L. N., LAL, R., FIGUEIREDO, E. B., OLIVEIRA, B. G., LA SCALA, N. Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, p. 1-23, 2018.

CARDOZO, N. P.; SENTELHAS, P. C. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 6, p. 449-456, 2013.

CARVALHO, M., SEGUNDO, V. B. D. S., MEDEIROS, M. G. D., SANTOS, N. A. D., JUNIOR, L. M. C. Carbon footprint of the generation of bioelectricity from sugarcane bagasse in a sugar and ethanol industry. **International Journal of Global Warming**, v. 17, n. 3, p. 235-251, 2019.

CASTRO, P. R. C., CHRISTOFFOLETI, P. J. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico**. 1. ed. Maceió: Insecta, 2005. p. 348.

COELHO, A. P., DALRI, A. B., DE ANDRADE LANDELL, E. P., DE FARIA, R. T., PALARETTI, L. F. Produtividade inicial e eficiência no uso da água de cultivares de cana-de-açúcar fertirrigadas e plantadas por mudas pré-brotadas. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 57-64, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – cana-de-açúcar: Safra 2021/22**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022.

COSTA, C. T. S., SAAD J. C. C., SILVA JUNIOR, H. M. Growth and productivity of sugarcane varieties under various irrigation levels. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 945-955, 2016.

DAYANA, M. L. The population dynamics of insects in sugarcane field at Aundipatti, Theni district, Tamil Nadu. **Journal of the International Association of Advanced Technology and Science**, v. 16, n. 2, v. 1-24, 2015.

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

DOTANIYA, M. L., DATTA, S. C., BISWAS, D. R., DOTANIYA, C. K., MEENA, B. L., RAJENDIRAN, S., LATA, M. Use of sugarcane industrial by-products for improving sugarcane productivity and soil health. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 185-194, 2016.

DUTRA, L., DONINI, L., SILVA, S. D. A., da SILVA, N. D. G., THIEL, F., VITORIA, J., ZACARIAS, F. **Protocolo de micropropagação de cana-de-açúcar**. Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica, 2011, 8p.

FLUMINHAN, A. FLUMINHAN, T. V. A biotecnologia na produção em larga escala de mudas de cana-de-açúcar e a importância da automação dos processos. ZACHARIAS, A. A., PIROLI, E. L., DIAS, L. S. (Eds.). **Cana-de-açúcar, expansão, métodos, tecnologias e impactos**. 1. ed, ANAP, Tupã, BR (2020), p. 113-128

GÍRIO, L. A. S., SILVA, R. P., MENEZES, P. C., CARNEIRO, F. M. ZERBATO, C. ORMOND, A. T. S. Quality of multi-row harvesting in sugarcane plantations established from pre-sprouted seedlings and billets. **Industrial Crops and Products**, v. 142, p. 11831, 2019.

GONÇALVES, M. PINTO, L. SOUZA, S. LANDELL, M. Virus diseases of sugarcane. A constant challenge to sugarcane breeding in Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 6, p. 108-116, 2012.

GRIFFITHS, M., YORK, L. M. Targeting root ion uptake kinetics to increase plant productivity and nutrient use efficiency. **Plant physiology**, v. 182, n. 4, p. 1854-1868, 2020.

HEMAPRABHA, G., SWAPNA, S., LAVANYA, D. L., SAJITHA, B., VENKATARAMANA, S. Evaluation of drought tolerance potential of elite genotypes and progenies of sugarcane (*Saccharum* sp. hybrids). **Sugar Tech**, v. 15, n. 1, p. 9-16, 2013.

HERNANDES, T. A. D., BUFON, V. B., SEABRA, J. E. A. Water footprint of biofuels in Brazil: assessing regional differences. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 8, n. 2, p. 241-252, 2014.

INMAN-BAMBER, G., JACKSON, P., BONNETT, G., MORGAN, T. Have we reached peak CCS?. **Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane**. v. 33, p. 1-9, 2011.

LAL, M., SINGH, N., RAO, G. P., SINGH, S. B. 2008. **Developments in micropropagation of sugarcane**. In: Advances in plant biotechnology. RAO, G. P., YIPENG, Z., RADCHUK, V.V., BHATNAGAR, S. K. 1ed. Texas, USA: Studium Press. 343-366p.

LAL, M., TIWARI, A. K., GUPTA, G. N. Commercial scale micropropagation of sugarcane: constraints and remedies. **Sugar Tech**, v. 17, n. 4, p. 339-347, 2015.

LINGLE, S. E., THOMSON, J. L. Sugarcane internode composition during crop development. **BioEnergy Research**, v. 5, n. 1, p. 168-178, 2012.

MAGRO, F. J., TAKAO, G., CAMARGO, P. E., TAKAMATSU, S. Y. Biometria em cana-de-açúcar. 2011. **Produção de Cana-de-Açúcar**, USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2011.

MANHÃES, C. M. C., GARCIA, R. F., FRANCELINO, F. M. A., FRANCELINO, H. O., COELHO, F. C. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vértices**, v. 17, n. 1, p. 163-181, 2015.

MARAFON, A. C. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documents**, (INFOTECA-E), 2012. 31p.

MARIN, F., NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 232-239, 2013.

MARIN, F. R., MARTHA, G. B., CASSMAN, K. G., GRASSINI, P. Prospects for increasing sugarcane and bioethanol production on existing crop area in Brazil. **Bioscience**, v. 66, p. 307-316, 2016.

MAY, A., RAMOS, N. P. **Uso de gemas individualizadas de cana-de-açúcar para a produção de mudas**. Jaguariúna: Embrapa, 2019. 19p.

MORAIS, K. P. **Determinação da temperatura base, desempenho agrônomo e correlação de componentes de rendimento em genótipos de cana-de-açúcar**. Santa Maria – Rio Grande do Sul. 72 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2015.

MORAES, M. C. D., RIBEIRO GUIMARÃES, A. C., PERECIN, D., SAINZ, M. B. Effect of planting material type on experimental trial quality and performance ranking of sugarcane genotypes. **International Journal of Agronomy**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2018.

NAYCHARAN, M. **The production of biofuels biogas**. Promot. Renew. New Energies, v. 2, p. 40, 2015.

OLIVEIRA, F. M. O., AGUILAR, P. B., TEIXEIRA, M. F. F., ASPIAZÚ, I., MONÇÃO, F. P., ANTUNES, A. P. S. Características agrotecnológicas de cana – de – açúcar em diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1587-1606, 2014.

OLIVEIRA, D., URASHIMA, A. S. Detection of Leifsonia xyli subsp. xyli in presprouted seedcane. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 223-228, 2018.

OTTO, R., MACHADO, B. A., SILVA, A. C. M., CASTRO, S. G. Q., LISBOA, I. P. Sugarcane pre-sprouted seedlings: A novel method for sugarcane establishment. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108336, 2022.

PAZUCH, F. A., NOGUEIRA, C. E. C., SOUZA, S. N. M., MICUANSKI, V. C., FRIEDRICH, L., & LENZ, A. M. Economic evaluation of the replacement of sugar cane bagasse by vinasse, as a source of energy in a power plant in the state of Paraná, Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 76, n. 1, p. 34-42, 2017.

PIPITPUKDEE, S., ATTAVANICH, W., BEJRONONDA, S. Climate change impacts on sugarcane production in Thailand. **Atmosphere**, v. 11, n. 4, p. 408, 2020.

RAO, P. V., BARAL, S. S., DEY, R., MUTNURI, S. Biogas generation potential by anaerobic digestion for sustainable energy development in India. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 14, n. 7, p. 2086-2094, 2010.

RAMANAND., LAL, M. An efficient protocol for in vitro micropropagation of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 6, n. 1, p. 85-87, 2004.

SALES, C. R., RIBEIRO, R. V., HAYASHI, A. H., MARCHIORI, P. E., SILVA, K. I., MARTINS, M. O., SILVEIRA, J. A. G., SILVEIRA, N. M., MACHADO, E. C. Flexibility of C4 decarboxylation and photosynthetic plasticity in sugarcane plants under shading. **Environmental and Experimental Botany**, v. 149, p. 34-42, 2018.

SANGHERA, G. S., MALHOTRA, P. K., SINGH, H., BHATT, R. Climate change impact in sugarcane agriculture and mitigation strategies. **Harnessing Plant Biotechnology and Physiology to Stimulate Agricultural Growth**, v. 1, n. 1, p. 99-115, 2019.

SANTOS, A. C. A. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado – MS**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Ilha Solteira – São Paulo. 90p. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira. 2008.

SANTOS, S. G., CHAVES, V. A., DA SILVA RIBEIRO, F., ALVES, G. C., REIS, V. M. Rooting and growth of pre-germinated sugarcane seedlings inoculated with diazotrophic bacteria. **Applied Soil Ecology**, v. 133, p. 12-23, 2019.

SANTOS, H. C., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAÚJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B., CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.

SINGH, S.B., LAL, M., RAMANAND., SHUBHANAND, N, 2006. **Raising breeder seed nursery of sugarcane through tissue culture technique**. All India seminar on efficient practices in sugarcane, 25th March, 2006, 113–118p. Shahjahanpur: UPCSR.

SILVA, M. A., CARLIN, S. D., PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v. 51, p. 457-466, 2004.

SILVA, W. K. D. M., MEDEIROS, S. E. L., DA SILVA, L. P., COELHO JUNIOR, L. M., ABRAHÃO, R. Sugarcane production and climate trends in Paraíba state (Brazil). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 6, p. 1-12, 2020.

SILVA, T. G. F., MOURA, M. S. B., ZOLNIER, S., MOURA, L. S. B., CARMOS, J. F. A. Índices Morfofisiológicos e Uso de Radiação Solar por um Cultivo de Cana-de-Açúcar Irrigada no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 4, p. 764-773, 2014.

SOOD, N., GUPTA, P. K., SRIVASTAVA, R. K., GOSAL, S. S. Comparative studies on field performance of micropropagated and conventionally propagated sugarcane plants. **Plant Tissue Culture and Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 25-29, 2006.

SOUZA, S. N. M., SANTOS, R. F., FRACARO, G. P. M. Potential for the production of biogas in alcohol and sugar cane plants for use in urban buses in the Brazil. In: **World Renewable Energy Congress-Sweden; Linköping; Sweden**. Linköping University Electronic Press, 2011. p. 418-424.

SCARPARI, M. S., BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDOMIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008, p. 47-56.

VIANNA, M. S. **Risco climático para a cultura da cana-de-açúcar e estratégias de manejo de irrigação complementar para a sua minimização em diferentes regiões brasileiras**. Piracicaba – São Paulo. 178p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2014.

WATT, D. A., Mc CORMICK, A. J. CRAMER, M. D. **Source and Sink Physiology**. In: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. (Eds.), Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology. Oxford: Willey Blackwell, 2014. p. 483-520.

YANG, L., DENG, Y., WANG, X., ZHANG, W., SHI, X., CHEN, X., ZHANG, F. Global direct nitrous oxide emissions from the bioenergy crop sugarcane (*Saccharum* spp. inter-specific hybrids). **Science of the Total Environment**, v. 752, p. 141795, 2021.

ZHANG, F. J., ZHANG, K. K., DU, C. Z., LI, J., XING, Y. X., YANG, L. T., LI, Y. R. Effect of drought stress on anatomical structure and chloroplast ultrastructure in leaves of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 17, n. 1, p. 41-48, 2015.