



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOSE MATHEUS DA SILVA BARBOSA

**PRODUTIVIDADE DA RESSOCA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO NO BREJO PARAÍBANO**

AREIA

2023

JOSE MATHEUS DA SILVA BARBOSA

**PRODUTIVIDADE DA RESSOCA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO NO BREJO PARAÍBANO**

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
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mielezrski

AREIA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B238p Barbosa, Jose Matheus da Silva.

Produtividade da ressoca de genótipos de
cana-de-açúcar oriundos de micropropagação no Brejo
Paraibano / Jose Matheus da Silva Barbosa. -
Areia:UFPB/CCA, 2023.

43 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Saccharum officinarum. 3. Mudas
pré-brotadas. 4. Rebrotas. I. Mielezrski, Fábio. II.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

JOSE MATHEUS DA SILVA BARBOSA

PRODUTIVIDADE DA RESSOCA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR ORIUNDOS
DE MICROPROPAGAÇÃO NO BREJO PARAÍBANO

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
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

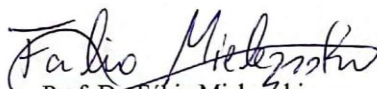
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

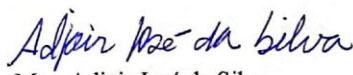
Aprovada em 20/10/2023

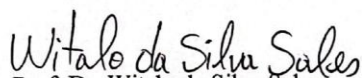
“ PRODUTIVIDADE DA RESSOCA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR
ORIUNDOS DE MICROPROPAGAÇÃO NO BREJO PARAÍBANO ”

Autor: Jose Matheus da Silva Barbosa

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Fábio Mielezski
Orientador(a) – UFPB


Msc. Adjair José da Silva
Examinador(a) – UFPB


Prof. Dr. Witalo da Silva Sales
Examinador(a) – URCA

A minha família, em especial meu pai, mãe, e minha irmã, que sempre foram minha maior fonte de incentivo desde o início, e que sonhou essa conquista comigo....

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus que sempre esteve comigo em todos os momentos e que nunca me deixou desistir dos meus sonhos, mesmo passando por tantas dificuldades. Agradeço a graça alcançada de concluir o curso e tornar possível essa realização profissional em minha vida.

A minha família que me incentivou nos momentos difíceis, compreendendo minha ausência enquanto me dedicava ao curso. Em especial a minha mãe que me aconselhou e me encorajou sempre pelos melhores caminhos, amo você.

Ao meu pai (Honorato), foi fundamental na minha criação e formação como pessoa.

Aos meus avós (Dona creuza), (João Amaro, Maria José), e (antônio né, (*in memoriam*)) que não pode acompanhar minha trajetória na minha vida acadêmica, mesmo tendo pouco contato com o senhor antes de sua partida para o descanso eterno, mais aonde esteja, sei que está feliz pelo seu primeiro neto a está na área que ele tanto amava, e a minha irmã magna, e meu cunhado joelton, obrigada por todo companheirismo, e ajuda possível, e incentivo, vocês são minha inspiração.

A meus tios, tias e primos que sempre me deu apoio, Manoel, Luciano, Rosicleide, Rosilene, Damião, Cosmo, Galego, Tizil, Fátima, Tio Mila, Tio Antonino, Diego, Igor, Raissa, Tiago, Cristiano, Lucas, Thais. E meus amigos, Maura, Mauricio, Bolinha, Thais, Nicolas, Neguinho, e Zé Roberto.

A minha namorada Aline Lima, que me motiva e encoraja, principalmente nessa reta final do curso, você é inspiração para mim, meus dias se tornaram melhores depois que você apareceu, eu te amo.

A minha amiga e irmã Mayra Alves que ao longo dos nossos 3 anos de amizade sempre me encorajou e me acolheu tão bem, obrigada por tudo, você e sua família são especiais. A minha amiga Rhadija, por sempre me ajudar nas escolhas dos presentes e conselhos, agradeço de mais miga .

Ao meu orientador Fábio Mielezrski que me acolheu, com muita paciência e foi responsável pelo meu crescimento profissional, obrigada pela oportunidade que me concedeu, por todo apoio nos momentos de dificuldade e por sempre acreditar em mim, suas contribuições foram essenciais para minha formação acadêmica.

À banca, composta por Witalo sales, e Adjair José que admiro demais, meus amigos, vocês são minhas inspirações, tanto em âmbito acadêmico como profissional, obrigada por todo suporte e ensinamentos.

Aos professores do curso de Agronomia por todos os ensinamentos prestados durante a graduação, que contribuíram ao longo desses semestres, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento da minha formação acadêmica. Aos funcionários da UFPB, em especial Assis que me acolheu super bem enquanto chefe da Vila Acadêmica, Lannúbia, Ericka, Ronaldo Chefe, Candinho, Seu Josá e Jandira.

Assim como também agradeço a Xuriu pelo trabalho prestado na Chã-de-Jardim, nos ajudando a desenvolver os experimentos.

À toda equipe GESUCRO que ao longo desses 3 anos foram fundamentais na construção do meu conhecimento e formação como profissional, me fazendo gostar tanto da cana-de-açúcar, são Daniel, João Henrique, Vitória, Marquinhos, Ícaro, Neto, Juanderson e Adjair. E aos membros mais recentes que foram fundamentais durante minha passagem na diretoria: Neto, Williams, Lucas Araruna, Wellington, João, e Rhadija, meu muito obrigada a todos.

Ao meu amigo João Paulo Oliveira que é uma inspiração científica para mim e sempre me apoia, muito obrigado.

Aos meus amigos da UFCG – Pombal, Wesley, Fábio Junior (Reporte), Fabrício o príncipe, Iesus Pulo, muito obrigada por tudo.

A Sr. Feitosa, Dona Verônica, Pipão, rodrigo, josivaldo, jandilson, e a todos colaboradores do Supermercado Ponto Forte, aonde trabalhei e fui muito bem recebido.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos que tive o prazer de conhecer e conviver durante esses 3 anos de graduação em Agronomia: Joelzinho, Joel, joseane, josiele, Santiago, Elisandra, Aline Lima, Luan, Marcela, Elilson Brito, Mirely, Sr.Fernado pelos ensinamentos no estágio, Castanha, Laura Toledo, Tonelada, Seu Guilherme, Seu Guimarin, felipe, Marcos, Samuel, Antenor, Jailson, Aurélio, Tonelada, Vilar, Gabriel Taveira, Antônio Gabriel, Jonatha Pinheiro, Daniel Vitor, Victor Chapa, Silvio, Julhinha, Jonathan, Ilário, Lázaro M, Lian, Estephany, Sanges, Amanda, Cleice, obrigada a todos vocês por fazer parte dessa minha trajetória.

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado”

(Roberto Shinyashiki)

RESUMO

O cultivo de cana-de-açúcar tem grande evidência de destaque no Nordeste brasileiro, a adoção e adaptação de novos sistemas de plantio, vem ganhando novos rumos ao decorrer dos anos, as mudas vindas do sistema pré-brotadas (MPB) é uma excelente alternativa para manter a sanidade e produção de alto padrão dos canaviais. Dessa forma, objetiva-se com esta pesquisa avaliar a adaptação e a produtividade em sistema de sequeiro da cana-de-açúcar em ciclo de ressoca, em um cultivo utilizando mudas pré-brotadas de nove variedades. O experimento foi implantado em junho de 2019, em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e nove tratamentos, totalizando 36 parcelas, com área média de cada parcelas de 25m² (5mx5m), resultando em área total de 1.219 m² (23mx53m). Os tratamentos utilizados foram nove genótipos de cana-de-açúcar, oriundas de micropropagação vegetativa: CTC-15, CTC-9004, CTC-9005, RB 015935, RB 965902, RB 975201, RB 975242, RB 935744, RB 867515. Entre os genótipos utilizado, a RB 867515 foi referenciada em testemunha plena, pois é uma variedade que tem grande destaque em toda região nordeste, em especial no brejo Paraibano. Foi realizada a avaliação de Altura de plantas (AP), Diâmetro médio do colmo (DC), Número de perfilhos (NP m/L), Número de entrenós (NE), Índice de maturação (IM), Teor de sólidos solúveis (°Brix), e Produtividade (TCH). Após a coleta os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade, por meio do programa estatístico R® versão 4.2.1. De forma geral, os resultados obtidos para cada variável que, Altura de plantas (AP) não teve diferença significativa, já os parâmetros de Diâmetro médio do colmo (DC) o genótipo CTC-9004 teve maior valores, em Número de perfilhos (NP m/L) o genótipo CTC-9005 e RB 935744 tivera os maiores valores, já em (NE) os genótipos CTC-9005 e RB 975242 tiveram resultados bem significantes em comparação as demais variedades, em Índice de maturação (IM) e destaque tivemos CTC-15, CTC-9004, CTC-9005, RB 965902, e RB 975201, já os genótipos de destaque foram em o teor de sólidos solúveis (°Brix), é com medias superiores entre os genótipos CTC-9005, CTC-9004, e RB 965902, os maiores valores de TCH foram obtidos por CTC-9004, RB-935744, e RB 975242, os genótipos relação a testemunha (RB 867515), apresentando boa resposta produtiva em seu terceiro ciclo, quando cultivada sob condições de sequeiro no Brejo paraibano.

Palavras-Chave: *Saccharum officinarum*; mudas pré-brotadas; rebrota.

ABSTRACT

Sugarcane cultivation is very prominent in the Brazilian Northeast, the adoption and adaptation of new planting systems has gained new directions over the years, the seedlings coming from the pre-sprouted system (MPB) are an excellent alternative to maintain the health and high standard production of sugarcane fields. Therefore, the objective of this research is to evaluate the adaptation and productivity of sugarcane in a rainfed system in a drying cycle, in a crop using pre-sprouted seedlings of nine varieties. The experiment was implemented in June 2019, in randomized blocks (DBC), with four replications and nine treatments, totaling 36 plots, with an average area of each plot of 25m² (5mx5m), resulting in a total area of 1,219 m² (23mx53m). The treatments used were nine sugarcane genotypes, derived from vegetative micropropagation: CTC-15, CTC-9004, CTC-9005, RB 015935, RB 965902, RB 975201, RB 975242, RB 935744, RB 867515. Among the genotypes used, RB 867515 was referenced in full control, as it is a variety that is very prominent throughout the northeast region, especially in the Paraíba marsh. Plant height (AP), average stem diameter (DC), number of tillers (NP m/L), number of internodes (NE), maturation index (MI), soluble solids content (° Brix), and Productivity (TCH). After collection, the data were subjected to analysis of variance, and the means were compared using the Scott-Knott test at 10% probability, using the statistical program R® version 4.2.1. In general, the results obtained for each variable, Plant Height (AP) had no significant difference, as for the parameters of Average Stem Diameter (DC) the CTC-9004 genotype had higher values, in Number of tillers (NP m /L) the genotypes CTC-9005 and RB 935744 had the highest values, while in (NE) the genotypes CTC-9005 and RB 975242 had very significant results compared to the other varieties, in Maturation Index (MI) and highlighted we had CTC -15, CTC-9004, CTC-9005, RB 965902, and RB 975201, the highlighted genotypes were in the soluble solids content (°Brix), with higher averages among the genotypes CTC-9005, CTC-9004, and RB 965902, the highest TCH values were obtained by CTC-9004, RB-935744, and RB 975242, the genotypes related to the control (RB 867515), showing a good productive response in its third cycle, when cultivated under rainfed conditions in the Paraíba swamp.

Keywords: *Saccharum officinarum*; pre-sprouted seedlings; regrowth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Colmo de cana-de-açúcar com emissões de perfilhamentos e raízes originados de parte vegetativa radiculares presentes da planta mãe. Fonte: Dillewijn, 1952.....	17
Figura 2 -	A) Classificação das folhas, tendo a especificação do nó e do entrenó no colmo, (B) detalhamento das estruturas no nó. Fonte: SENAR, 2015.....	18
Figura 3 -	Plantas Mãe (A), Parte vegetativa retirada da planta mãe (B), meristema apical pronto para ser inoculado (C). Fonte: EMBRAPA, 2011.....	21
Figura 4 -	Explante pronta para a primeira repicagem (A), estágio de crescimento vegetativo cana-de-açúcar em potes com meio nutritivo (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.....	21
Figura 5 -	Todo Sistema radicular <i>in vitro</i> (A). Raízes de cana-de-açúcar após lavagem (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.....	22
Figura 6 -	Mudas de cana-de-açúcar em recipiente com substrato (A), Aclimatização das Mudanças (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.....	22
Figura 7 -	Mudas de cana-de-açúcar em casa de vegetação, já aclimatizadas (A), Mudanças pronta para o plantio (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.....	23
Figura 8 -	Localização do experimento, Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, UFPB em Areia – PB. Fonte: Autor, 2022.....	26
Figura 9 -	Dados de temperaturas médias do município de Areia durante a execução do experimento (JUNHO/2021 até AGOSTO/2022). Fonte: Estação Automática Areia-A310 – CCA, (INMET, 2021).....	26
Figura 10 -	Dados de precipitação média do município de Areia durante a execução do experimento (JUNHO/2021 até AGOSTO/2022). Fonte: Estação Automática Areia-A310 – CCA, (INMET, 2021).....	27
Figura 11 -	Croqui do delineamento experimental com nove genótipos de cana-de-açúcar.	28

Figura 12 - Diâmetro médio do colmo (DC) da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	32
Figura 13 - Número de perfílos por metro linear (NP m/L), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	33
Figura 14 - Número de entrenós (NE), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	34
Figura 15 - Índice de maturação (IM), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	35
Figura 16 - Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	36
Figura 17 - Toneladas de cana por hectare (TCH), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo, em sua respectiva camada de 0 a 20 cm da área experimental.....	28
Tabela 2. Estatística descritiva e comparação de médias da avaliação entre as variedades no Brejo Paraibano. Análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de perfilhos por metro linear (NP), número de entrenós (NE), índice de maturação (IM), teor de sólidos solúveis (°BRIX) e Tonelada de cana por hectare TCH, tendo 9 variedades de cana-de-açúcar. Areia-Paraíba, 2023.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A cultura da cana-de-açúcar e sua importância econômica	14
2.2 Aspectos morfológicos e fisiológicos da cana-de-açúcar	16
2.3 Fisiologia ambiental da cana-de-açúcar	19
2.4 Micropropagação de mudas de Cana-de-Açúcar	20
2.5 Cultivares de cana-de-açúcar	24
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Localização do experimento	26
3.2 Condução do experimento	27
3.3 Variáveis analisadas	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma planta monocotiledônea pertencente à família Poaceae e é considerada a principal fonte de açúcar do mundo (HERINGER et al., 2015). Devido aos seus múltiplos usos, é conhecida como uma excelente cultura, sendo a matéria-prima responsável por mais de 70% da produção global de açúcar (SATHISH et al., 2018). Um dos principais objetivos na produção de culturas comerciais, como a cana-de-açúcar, é obter o maior rendimento e qualidade nas áreas menos produtivas (UDOMPETAIKUL et al., 2021).

O cultivo de cana-de-açúcar tem grande evidência no Nordeste brasileiro, sua importância se reflete não só no sentido econômico, mas também no ambiental, para a produção de biodiesel e no social, tendo em vista que o setor promove a geração de diversos postos de trabalho, favorecendo o desenvolvimento e a economia (COSTA et al., 2019). A Paraíba possui algumas características climáticas limitantes como irregularidades em seu regime de chuvas, o que compromete a produção agrícola, dependendo das condições climáticas exigidas pelas culturas (FRANCISCO et al., 2015). A microrregião do Brejo Paraibano corresponde por parte da produção de cana no estado, essa região é caracterizada pelo clima característico atípico, devido ao seu clima e solos profundos e com fertilidade variável (FRANCISCO et al., 2016).

Nessa perspectiva, fatores como clima irregular, ataques de pragas e doenças, cultivo em solos deficientes em nutrientes e/ou manejo inadequado da fertilização, acabam por restringir o crescimento das lavouras no Nordeste, levando à baixa produtividade de alguns cultivos (LAMBA et al., 2018). Portanto, sabendo-se das restrições climáticas dessa região, é imprescindível a adoção de novos cultivares que apresentem maior rusticidade e tolerância a seca, e alternativamente, melhor eficiência no uso da água (FERRÃO, 2016).

De acordo com Moraes et al., (2015) o principal objetivo dos programas de melhoramento da cana-de-açúcar é fornecer novas variedades que possam aumentar a produtividade energética (açúcar, etanol e fibra). Assim, obtendo novas características agronômicas e nutricionais desejáveis nos cultivos de plantas e resistência as condições adversas de clima e solo (CARRER et al., 2010).

Relacionada a essa questão, uma proposta para obter canaviais com maior uniformidade diminuindo os riscos de falhas e de propagação de pragas e doenças é a adoção do sistema de plantio por mudas pré-brotadas (MPB) originadas de botões individualizados (SANTOS et al., 2020). Esse sistema de multiplicação facilita a produção rápida de mudas e está associado a um alto padrão de fitossanidade. Outro grande benefício é a redução do número de mudas que vão

para o campo (AQUINO et al., 2018). Nesse sistema as mudas são produzidas em pequenos tubos plásticos contendo substrato agrícola e, após a brotação, passam por estágios de aclimação (OHASHI et al., 2020).

O uso de mudas livres de pragas e doenças é essencial para o estabelecimento da cultura, uma vez que ela permanece em campo por vários anos após o plantio (LUCAS et al., 2020). A utilização de mudas pré-brotadas apresenta diversas vantagens, visto que possibilita um perfilhamento mais intenso e homogêneo, evita que a camada superficial seja resistente à emissão de perfílios irregulares e impede interferências na profundidade de plantio (SANTI et al., 2017).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta e adaptação de nove genótipos de cana-de-açúcar oriundos de micropropagação cultivados em seu terceiro ciclo na região do Brejo Paraibano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar e sua importância econômica

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é de grande importância econômica no setor sucroenergético, por isso tem uma clara finalidade para a produção de etanol e é utilizada como silagem na pecuária. Na alimentação humana, destacam-se a produção de açúcar, cachaça, rapadura e melaço de cana (SANTOS et al., 2020).

É reconhecida mundialmente como uma importante cultura industrial principalmente pela produção de sacarose, sendo que variedades comerciais podem chegar a sua produção em níveis bem satisfatório, e acumular até 18% de seu peso fresco na forma de sacarose. Sendo cultivada em vários países do mundo, em regiões aonde o clima é mais variado, tendo uma boa adaptação e respondendo em cerca de 80% da produção mundial de açúcar e seus derivados (YANG et al., 2021).

O ATR é a matéria-prima mais cara, e importante dentro dos parâmetros de mercado da cana-de-açúcar, mas também a cultura é uma fonte outros produtos que tem destino muito diversos, sendo a matéria prima de uma fonte importante de uma variedade de outros subprodutos economicamente importantes, como bagaço, melaço, cana-de-açúcar, etanol, torta de filtro, rapadura, é cachaça (YANG et al., 2021).

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes do mundo e é cultivada em mais de 100 países distribuídos internacionalmente, e com divisão em escala industrial, e agricultura familiar. Tendo 83% da produção estimada em 10 países, tendo o Brasil, que é considerado o

maior produtor mundial, com um destaque de produção que está em cerca de 37% em produção em escala mundial, que equivale a 746 milhões de toneladas por ano em cada safra. Esse destaque nos requisitos de melhor produção e aproveitamento de seus derivados está associada à introdução e melhores manejo de tecnologia de produção de variedades, controle de pragas, manejo e processamento de sua matéria prima, sendo considerada a produção mais moderna e eficiente do mundo e pioneira em desenvolvimento de produção. A cana-de-açúcar vem ganhado destaque de mercado além do açúcar, e etanol, tendo aumento e ganhando destaque em áreas como bioeletricidade e biopolímeros com a produção de plásticos biodegradáveis (CANÇADO et al., 2021).

Do ponto de vista do setor de bioinsumos e biocombustível, a biomassa da cana-de-açúcar é um importante e grande recurso renovável em escala global, para substituir os combustíveis fósseis. Tendo uma principal vantagem de produzir energia a partir da biomassa é que requer menos investimento de capital, como para a produção de biogás, em comparação com outras fontes renováveis, como hidrelétrica, solar e eólica. Além disso, oferece potencial para a produção de biomassa, fertilizantes orgânicos e eletricidade (ROA et al., 2010).

A produção no ciclo 2022/23 desenvolveu na escala industrial 5,4% em relação à safra 2021/22, abrangendo uma área equivalente a 8.288,9 mil hectares. A safra 2022/2023 deve ficar em torno de 549 milhões de toneladas. Por outro lado, a safra 2023/2024 deve atingir 597 milhões de toneladas de cana moída, o que poderia produzir quase 38 milhões de toneladas de açúcar considerando a alta safra do ano anterior como observado. Portanto, é bem e claro que as lavouras têm grande potencial de crescimento e produtividade por meio da otimização da área de cultivo (CONAB, 2023).

Nordeste, a produção se manteve em estabilidade, sendo estimada em 55,7 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (CONAB, 2023). Na Paraíba na safra 2022/2023 foi de grande destaque, com uma produção de 7,3 milhões de toneladas de cana-de-Açúcar, ganhando novos recordes de produção, em comparação as produtividades desde 1980, com um aumento de destaque em 30% na moagem, um aumento de 40% no açúcar e 25% no álcool, na escala de beneficiamento industrial da cultura, ressaltando o grande potencial de crescimento da produção no Estado ao decorrer dos anos (VISÃO AGRO, 2023). Os ótimos resultados na produção da cultura foram decorrentes do aumento da precipitação no Estado, principalmente nos meses de novembro/22 a março/23 nas microrregiões onde se localizam as usinas (CONAB, 2023).

2.2 Aspectos morfológicos e fisiológicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma grande planta herbácea perene cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo também uma das culturas mais eficientes na conversão de energia da luz solar em energia química, apresentando maior desenvolvimento em regiões mais quentes (WEN et al., 2016). Tendo seu cultivo de maior produção em regiões de climas tropicais e subtropicais, sendo também uma das culturas mais eficientes, em qualidade fisiológica, tendo apresentando um maior desenvolvimento e resposta as altas incidências de raios solares em regiões mais quentes. Possuindo um aparato e aptidão fotossintético com classificação C4, que apresenta elevada taxa fotossintética e eficiência na captação e utilização de CO₂, e com adaptação a distintas condições edafoclimáticas locais (BUSO, 2013). A flexibilidade entre os subtipos fotossintéticos C4, e confere alta eficiência fotossintética sob diferentes condições de luz (SALES et al., 2018).

A cana-de-açúcar cresce em touceiras, sendo a parte aérea composta por caules, folhas e inflorescências e a parte subterrânea formada por raízes e rizomas. As raízes são fasciculares e podem atingir até 4 m de profundidade, e o tronco possui internódios, dentro dos quais se localizam as gemas vegetais e os anéis anuais (WEL et al., 2016).

A propagação vegetativa das plantas cultivadas ocorre por meio de gemas, próprias para a formação de novas plantas, e do próprio colmo inteiro da planta, que possui nós e entrenós bem definidos. O caule também serve para sustentar as folhas e a inflorescência. As folhas da cana-de-açúcar são consideradas inteiras por apresentarem lâmina foliar, bainha foliar e colo. Eles são ordenados de acordo com um sistema de numeração desenvolvido por Kuijper (VAN DILLEWIJN, 1952).

Portanto como o plantio da cana-de-açúcar é feito por propagação vegetativa dos próprios colmos, esse ciclo dura de 12 a 18 meses é conhecido como ciclo da cana-planta. A germinação ocorre e a cana-de-açúcar se propaga continuamente vegetativamente até os estágios finais de desenvolvimento vegetativo, tendo em seu estágio inicial de perfilhamento indefinido. Logo após esse crescimento ocorrer, a planta começa a concentrar os açúcares no caule. Esse é um processo chamado maturação fisiológica ou chamado índice de maturação (SILVA, L., 2019).

A emergência inicial tem com surgimento das raízes e parte área do tolete com aproximadamente 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 (SILVA, L., 2019). O perfilhamento ocorre após a brotação das gemas, e começam a

se formar outros rebentos denominados perfilhos. Essa fase é caracterizada pela formação dos perfilhos primários, secundários e assim por diante fazendo com que as raízes dos perfilhos proporcionem a nutrição necessária ao desenvolvimento da cana (MAGRO et al., 2011).

Durante o desenvolvimento inicial, tendo os processos de divisão celular, diferenciação celular e alongamento celular para formar novas estruturas vegetais. Na região apical da planta, onde está localizado o ponto meristemático, ocorre a divisão celular e novas células são formadas (Figura 1). As células formadas se diferenciam para formar diferentes tipos de células que emergem imediatamente após o alongamento. A taxa de crescimento da cana-de-açúcar não é uniforme, tendo seu crescimento lento no início do ciclo, aumento gradual até um valor máximo e, a seguir, declínio gradual que é chamado diferenciação de perfilhamento durante todo o seu ciclo (DILLEWILN, 1952).

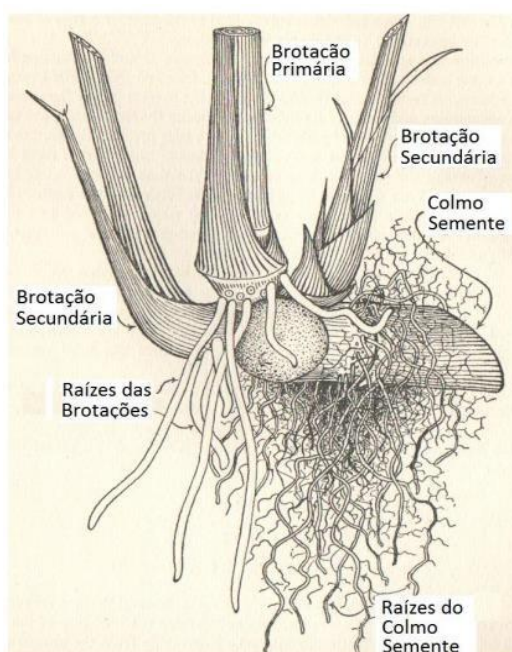


Figura 1. Colmo de cana-de-açúcar com emissões de perfilhamentos e raízes originados de parte vegetativa radiculares presentes da planta mãe. Fonte: Dillewijn, 1952.

Ainda de acordo com a análise de crescimento estimada, adotada o sistema 'Juijper' determina que as folhas são classificadas assimetricamente de cima para baixo (Figura 02), onde a folha de inserção mais alta, que se encontra completamente aberta apresentando a primeira folha visível após a folha de cartucho, assim se classifica sua denominação de folha -

1, primeira aurícula visível em destaque e classificada de 0, e posterior segue a folha + 1, e a seguir as que se encontram abaixo em sequência, recebem sucessivamente classificação numéricas de +2, +3 e +4. O conhecimento dessa numeração é importante para poder realizadas as análises de crescimento da planta, análises fisiológicas, e nutricional seguindo os parâmetros morfológicos (NASCIMENTO., 2023).

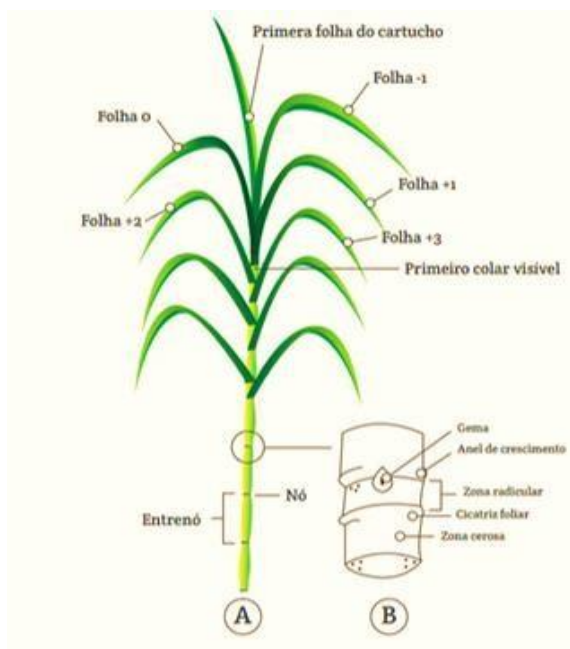


Figura 2. (A) Classificação das folhas, tendo a especificação do nó e do entrenó no colmo, (B) detalhamento das estruturas no nó. Fonte: SENAR, 2015.

O desenvolvimento aéreo é estimulado por altas condições de luz, umidade e temperatura, enfatizando que com o desenvolvimento em altitude, a sacarose começa a se acumular na base do caule, tornando o sistema radicular mais esponjoso. Quando exposta a altos níveis de radiação, a cana-de-açúcar pode apresentar colmos mais grossos, folhas verdes mais longas e perfilhamento mais vigoroso. O período de maturação é definido como a última etapa antes da colheita e começa a ser contado dias após o plantio ou corte em ciclos de 12 meses, podendo ultrapassar de acordo com o grau de maturação (DEUBER, 1988). Assim, envolvido na formação intensiva de sacarose nas folhas por meio da fotossíntese, migração do colmo e acúmulo. O desenvolvimento dos colmos, onde há o crescimento sucessivo de folhas, necessitando de grande quantidade de luz, ocorre por volta do 120 DAP a 270 DAP e a fase de maturação que equivale a fase mais longa, podendo durar até 6 meses (270 e 360), ocorrendo o máximo acúmulo de sacarose (SANGHERA et al., 2019).

2.3 Fisiologia ambiental da cana-de-açúcar

Precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação são condições climáticas importantes que afetam o comportamento fisiológico da cana-de-açúcar. temperatura do ar e do solo, luz, umidade). Genética e fisiológica (genótipo, idade do broto e sanidade), e engenharia de plantio (prática agrícola no campo). As exigências de temperatura para o desenvolvimento da cana-de-açúcar variam de acordo com o genótipo, com média anual de 19°C a 21 °C em zonas agrícolas e ainda é usada como limite de tolerância para o ciclo de colheita (AMARAL et al., 2019).

Variedades de cana-de-açúcar, tende a ter uma tolerância e encontraram variações na temperatura basal de mais de 20 °C e 21 °C, enquanto variedades precoces e tardias variaram entre 18 °C e 19 °C. As cultivares de cana-de-açúcar são classificados quanto a maturação, em cultivares precoces que são aqueles que atingem a maturação antes dos 12 meses, ou no início da safra pré-definidas em cada região, já as cultivares de classificação médios, que atingem maturação em 13 a 14 meses, ou meio de safra, em cultivares tardias, que apresentam elevado teor de sacarose no final da safra, seu ciclo pode chegar até os 18 meses. Assim, as plantas tardias são menos sensíveis às temperaturas de resfriamento do que as plantas precoces e, portanto, continuam o desenvolvimento por um período de tempo mais longo, atrasando a maturação (SILVA; SILVA, 2016).

Segundo a organização das Nações Unidas para agricultura e Alimentação (FAO), a cana precisa de 1.500 a 2.500 milímetros de umidade. Portanto, fica claro que as variações no uso da água podem ser atribuídas à evapotranspiração das culturas no clima e na produtividade, que variam com as condições climáticas e o manejo. Já a irrigação plena e a irrigação suplementar são estratégias importantes para aliviar a escassez de água em fases críticas do desenvolvimento das plantas e aumentar a produção de biomassa com pouco consumo adicional de água. Além disso, por mês e região, o consumo de água depende do genótipo, estágio de desenvolvimento e evapotranspiração (BORDONAL et al., 2020).

A radiação solar está na faixa de 18-36 MJ m⁻² dia⁻¹, portanto a quantidade de radiação solar também é importante para o desenvolvimento do cultivo da cana-de-açúcar, sendo importante a duração e a intensidade da luz solar 10 e 14 hora diárias (VIANNA, 2014). Os valores reais de eficiência de conversão de energia para plantas e cana planta e soca, são provavelmente menores do que os valores teóricos relatados para plantas C4 com uma grande capacidade fotossintética, requerendo concentrações menores de CO₂ para seu metabolismo. Portanto, a radiação solar influencia altamente a taxa fotossíntese que estimula a produção de biomassa da cultura (BARBOSA et al., 2021).

2.4 Micropropagação de mudas de Cana-de-Açúcar

A cadeia de produção da cana-de-açúcar está passando por rápidas mudanças e novas tecnologias estão sendo adotadas para melhorar a produtividade, eficiência e sanidade das plantas (Gírio et al., 2019). Nesse sentido, um dos principais desafios é mudar a forma tradicional de cultivo da cana-de-açúcar no meio rural brasileiro, ou seja, com o uso de plantas inteiras, para mudas pré-brotadas (MPB) (OTTO et al., 2022).

Diante desse problema, a utilização de técnicas de cultura de tecidos vegetais tem se mostrado uma ferramenta poderosa para rápida propagação de novos genótipos de cana-de-açúcar. Milhares de plantas podem ser produzidas em apenas um ano usando apenas um meio de propagação estabelecido (LAL et al., 2015). Essas culturas de brotos meristemáticos e folhas fusiformes derivadas de plantas saudáveis são estabelecidas assepticamente sob condições nutricionais apropriadas e um ambiente *in vitro* controlado para facilitar a propagação de brotos e a formação de raízes. A partir daí, essas mudas são adaptadas e disponibilizadas aos agricultores (KAUR et al., 2018).

A micropropagação (propagação via meristema apical) foi desenvolvida em busca de um método mais viável e bem-sucedido para obtenção de material livre de patógenos, tendo como principal vantagem a rápida propagação que garante melhor sanidade vegetal (ALI et al. Al., 2008). É também o melhor método de reprodução, pois produz plantas com fenótipo semelhante ao da planta mãe e uma taxa de reprodução rápida. Vários protocolos para micropropagação *in vitro* de cana-de-açúcar foram propostos nos últimos 30 anos, pois várias vantagens, como o rápido crescimento da cana-de-açúcar, foram observadas (RAMANAND 2004). Foi observado nesta nova técnica, com os novos lançamentos, rápida disseminação de recém-lançadas, rejuvenescimento de velhas deterioradas, transporte fácil de material de semente, produtividade da cana-de-açúcar e alto rendimento de açúcar (LAL et al., 2015).

A técnicas de propagação da cana-de-açúcar através do meristema apical são consideradas uma alternativa vantajosa para a propagação devido à economia de tempo em relação às técnicas convencionais (VIEIRA et al., 2009). A tecnologia de micropropagação é uma ferramenta eficiente para produzir material suficiente para propagação de genótipos recém-lançados e requer apenas 1-2 anos. Além disso, como cresce a partir de pequenos explantes, como pontas de caules e meristemas, não há doenças ou pragas com que se preocupar. Isso minimiza as perdas por doenças e pragas nessa cultura (LAL et al., 2015).

Entre os protocolos utilizados para esse meio de propagação, está a sanidade da planta mãe, de onde haverá a clonagem de plantas, sendo assim, a partir da escolha de um acesso, que atenda os requisitos desejável, dão inícios as retiradas núcleos de palmito com aproximadamente 5 cm de comprimento, e imersos em hipoclorito de sódio (2%) em álcool 70% por 2 min) para poder ter sua desinfestação de fungos ou outros patógenos que possam a vir transmitir algum inoculo. O explante assim deixado em repouso por 15 minutos e lavado três vezes com água destilada esterilizada em autoclave (Figura 3). Em seguida, excisar o meristema com uma pinça e um bisturi, mergulhando-o em uma solução de ácido cítrico a 1,5% para evitar a oxidação (DUTRA et al. 2011).

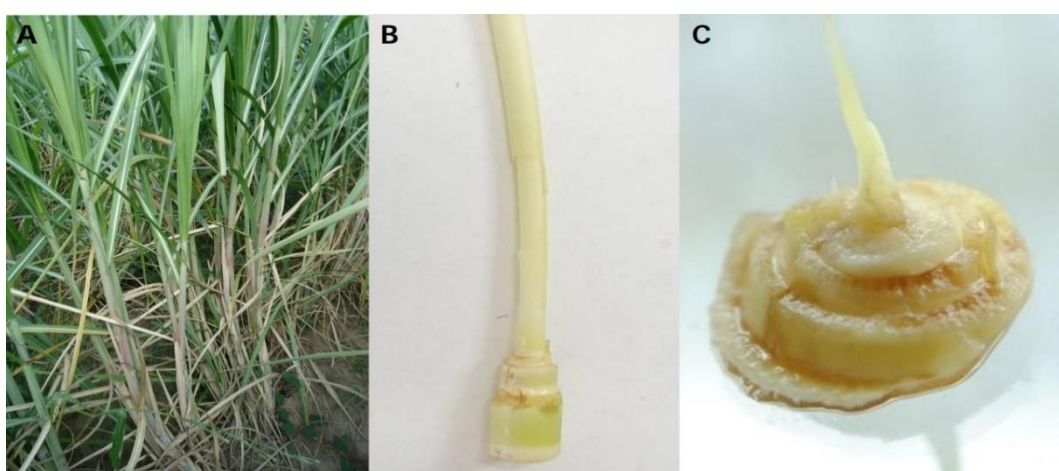


Figura 3. Plantas Mãe (A), Parte vegetativa retirada da planta mãe (B), meristema apical pronto para ser inoculado (C). Fonte: EMBRAPA, 2011.

Um dos protocolos desenvolvidos para parâmetros de maior desenvolvimento da cultura, e inoculação em meio nutritivo, os explantes induzidos são inoculados em frascos em sala de crescimento vegetativo, em meio MS, e mantidos no escuro com climatização durante 5 dias a temperaturas de 25 ± 2 °C, tendo disponibilidade de fotoperíodo de 16 horas (Figura 4). Aos 10 dias, os explantes são trocados de meio de cultivo devido à oxidação presente no meio, assim permanecendo mais 15 dias até o desenvolvimento do explante, quando é feita a primeira repicagem (Lee, 1987).

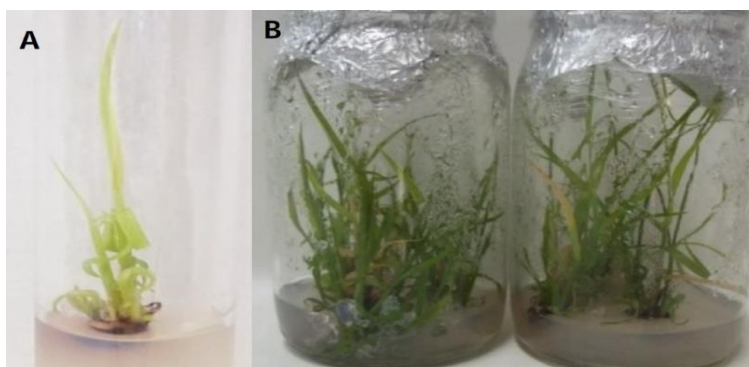


Figura 4. Explante pronta para a primeira repicagem (A), estágio de crescimento vegetativo cana-de-açúcar em potes com meio nutritivo (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.

Para realizar sua multiplicação e climatização, a taxa de multiplicação dos explantes, são divididas em seis repicagens, com média a cada 30 dias (Figura 5,6). Após o seu enraizamento *in vitro*, as plantas são retiradas dos seus respectivos potes, e as raízes lavadas para retirada do excesso de meio de cultura e transferidas para recipientes de 150 ML, contendo cerca de 150 gramas de substratos (Murashige & Skoog, 1962).

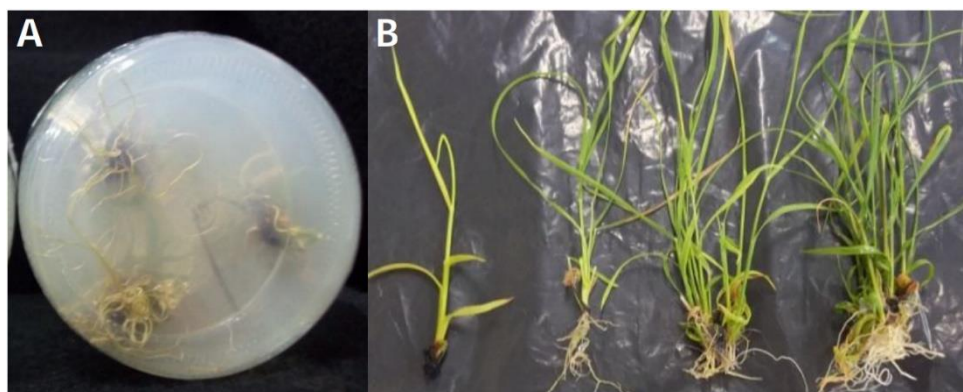


Figura 5. Todo Sistema radicular *in vitro* (A) Raízes de cana-de-açúcar após lavagem (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.

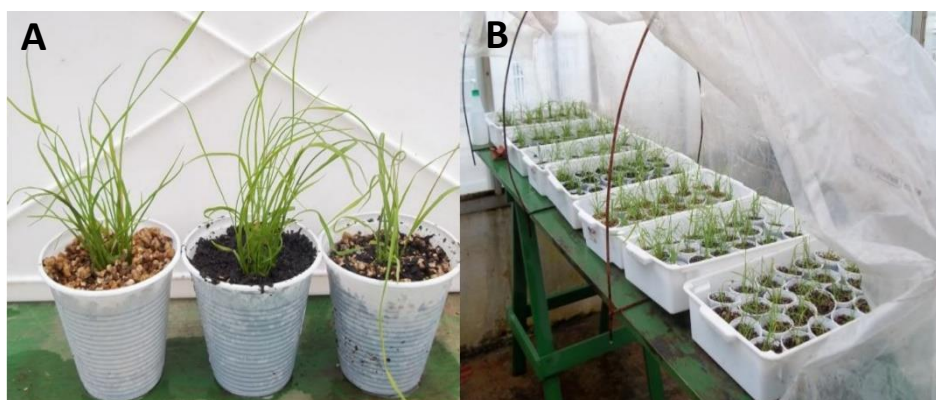


Figura 6. Mudas de cana-de-açúcar em recipiente com substrato (A), Aclimatização das Mudas (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.

Após 30 dias de aclimação, o material é retirado da cobertura e mantido em casa de vegetação por mais 15 dias até atingir um tamanho maior. Após 45 dias de aclimação, as plantas são transferidas para recipientes grandes (3 kg) com substrato e mantidas em casa de vegetação por mais 60 dias até atingirem tamanho suficiente para serem semeadas no campo (Figura 7).

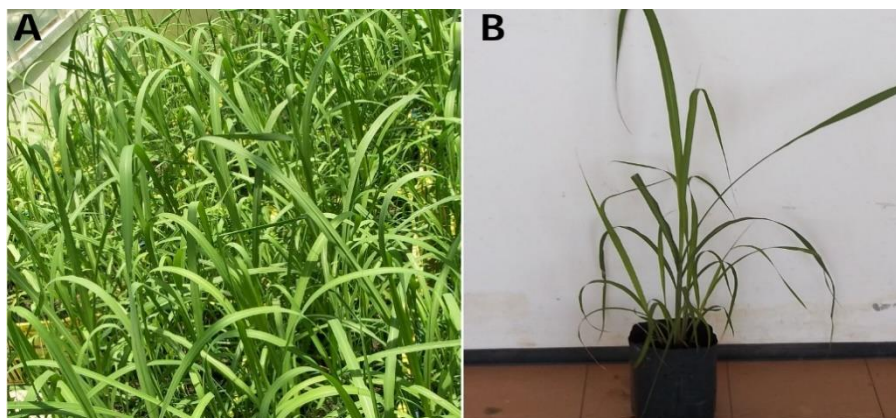


Figura 7. Mudanças de cana-de-açúcar em casa de vegetação, já aclimatizadas (A), Mudanças pronta para o plantio (B). Fonte: EMBRAPA, 2011.

Este método resultou em um aumento de 13,2% na produtividade da cana-de-açúcar e um aumento de 11,03% na recuperação de açúcar em comparação com o método convencional. Os métodos de propagação de plantas em sistemas de produção de cana-de-açúcar mudaram significativamente nos últimos anos, abrindo espaço para a introdução de novas técnicas de propagação, com foco em sistemas de plantio de mudas pré-brotadas (MPB) que surgem a partir de mudas individualizadas (SANTOS et al., 2020). Nesse sistema, as mudas são cultivadas em pequenos tubetes plásticos com substratos agrícolas e passam por um período de aclimação após a germinação (OHASHI al., 2020).

Assim, a utilização deste método tem significativa economia, levando de forma decisiva à redução dos custos de produção das lavouras, ao mesmo tempo em que garante alta qualidade fitossanitária e maiores padrões de uniformidade, levando ao aumento da produtividade e eficiência (SANTOS et al., 2020).

Por outro lado, ao mesmo tempo em que mantém práticas agrícolas no campo, também remove patógenos que continuam se acumulando nas sementes de geração em geração. Os rebolos são controlados para melhorar o rendimento e a qualidade da cana-de-açúcar (Sood et al., 2006). Outra vantagem desse sistema é a capacidade de produzir mudas saudáveis em um curto período de tempo (OHASHI al., 2020). De modo geral, a principal vantagem do cultivo da cana-de-açúcar utilizando MPB é que a quantidade de materiais vegetativos utilizados por área é baixa, cerca de $1-2 \text{ t ha}^{-1}$, em relação ao modo convencional que podendo chegar a 20 t ha^{-1} de material vegetativo (COELHO et al., 2018).

2.5 Cultivares de cana-de-açúcar

O cultivo comercial da cana-de-açúcar é trabalhoso e demorado, desde o melhoramento até o lançamento de novas variedades (FICKETT et al., 2020). O principal objetivo do melhoramento de *Saccharum Officinarum* L. é obter variedades com características positivas tanto para aplicações agrícolas como industriais. Portanto, o foco está na seleção de características para maior produção de açúcar ou teor de sólidos solúveis totais (PEDROZO et al., 2009).

O progresso genético leva ao desenvolvimento de novos acessos por meio de programas de melhoramento genético que possibilitam o manejo das novas variedades. Assim, é possível substituir uma variedade por outra que ofereça melhores características de adaptação e produtividade, o que pode gerar benefícios bastante significativos (SILVA, F et al., 2015).

As variedades de cana-de-açúcar são divididas em variedades precoces que amadurecem no início da safra, variedades de tamanho médio que amadurecem no meio da colheita e variedades tardias com alto teor de sacarose de acordo com a maturidade. Fim da safra (SILVA; SILVA, 2016). Combinando variedades com diferentes ciclos, é possível obter cana de boa qualidade na época da colheita. Assim, o manejo dos canaviais por meio do melhoramento genético é a tecnologia que mais contribui para melhorar a produtividade e reduzir custos de produção.

2.5.1. CTC-15

A CTC15 é uma variedade rústica tolerante à seca, altamente produtiva, de amadurecimento médio, que requer cuidados no plantio. Evite áreas que desenvolvam ferrugem ou carvão alaranjado (CTC, 2018a).

2.5.2. CTC-9004

A cultivar CTC9004 mostra uma elevada rusticidade, alta produtividade, maturidade moderada e suscetibilidade em mosaico, portanto é aconselhado evitar áreas propensas a vírus (CTC, 2018b).

2.5.3. CTC-9005

O CTC9005 é caracterizado por alta elevação em seu perfilhamento, alto teor de açúcar, alto teor de fibras e amadurecimento muito precoce (CTC, 2018c).

2.5.4. RB015935

Com características de porte alto, com hábito de desenvolvimento inicial semidecum-bente e palha média. Possui caules de diâmetro médio a grosso, amarelo-esverdeado sob a palha, roxo quando exposto ao sol e palmito ceroso de chagal. Plantada em ambiente com potencial de cultivo de cana-de-açúcar médio a bom, não colher após maio devido ao risco de tombamento. Alto teor de sacarose e alta produtividade, excelente saúde, raramente floração e polinização (OLIVEIRA et al., 2021).

2.5.5. RB867515

A variedade RB867515 produzida e selecionada pelos melhoristas da Planalsucar é uma das variedades mais cultivadas no Brasil. O policruzamento, em que o genitor feminino era RB72454 e foi fertilizado com pólen de várias outras cultivares, impossibilitou a determinação da cultivar 'pai' (OLIVEIRA et al., 2021). Suas características morfológicas são de porte ereto, perfilhamento moderado e grande uniformidade. Em termos de características agroindustriais, essa variedade apresenta melhor desempenho em solos arenosos, de baixa fertilidade natural e é altamente produtiva em sacarose. Além disso, apresenta boa germinação e tolerância à seca (OLIVEIRA et al., 2021).

2.5.6. RB935744

Crescimento rápido, hábito ereto, fácil de descascar, diâmetro do caule médio a grosso, cor marrom esverdeada, botões triangulares menos cerosos. Bom desenvolvimento em ambiente com potencial médio a alto. Materiais rústicos, saudáveis e produtivos (OLIVEIRA et al., 2021).

2.5.7. RB965902

Sua característica com hábito de crescimento semidecum-bente. O caule é verde sob a palha, roxo-amarelado quando exposto ao sol, com palha média e palmito curto. Cultivo em ambientes com alto potencial produtivo, com uma resistência às principais doenças, e tendo sua falta de flores e inflorescência, ajuda a ter um bom desenvolvimento e acúmulo de um alto teor de sacarose nos centros das plantas, assim influencia diretamente a valores satisfatório em sólidos solúveis (SS) (OLIVEIRA et al., 2021).

2.5.8. RB975201

É caracterizado por um rápido desenvolvimento e um hábito ereto a semi-reclinado. Os colmos são fáceis de remover, de diâmetro médio, verde-amarelados sob a palha, tornando-se roxos ao sol. Bainha verde, quase sem cera. Plantio de plantas em ambientes com alto potencial produtivo. Alta produtividade, boa sanidade, crescimento rápido, sem floração ou xoxamento (OLIVEIRA et al., 2021).

2.5.9. RB975242

Seu desenvolvimento de porte médio, e crescimento ereto. Colmos com fácil despalha, diâmetro médio, com coloração de verde-arroxeadada, com sua palha e roxa ao ficar exposto ao sol. Suas Bainha de prevalência de cor verde-clara sendo cerosa. Alta produção, tendo uma rusticidade elevada e ausência de florescimento e xoxamento (OLIVEIRA et al., 2021).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado e conduzido na Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia-PB, na Microrregião do Brejo Paraibano (Figura 8), com coordenadas geográficas 6°58'10.7" S e 35° 44'02.5" W Gr, com Latitude - 6.96978, Longitude - 35.733897, e uma altitude de 618 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw', quente e úmido apresentado (ALVARES et al., 2013), com a temperatura média anual de 24 a 25 °C (Figura 9), alta umidade e precipitação pluvial média anual de 1.400 mm (Figura 10), sendo o quadrimestre mais chuvoso os meses de abril a julho (RIBEIRO et al., 2018).

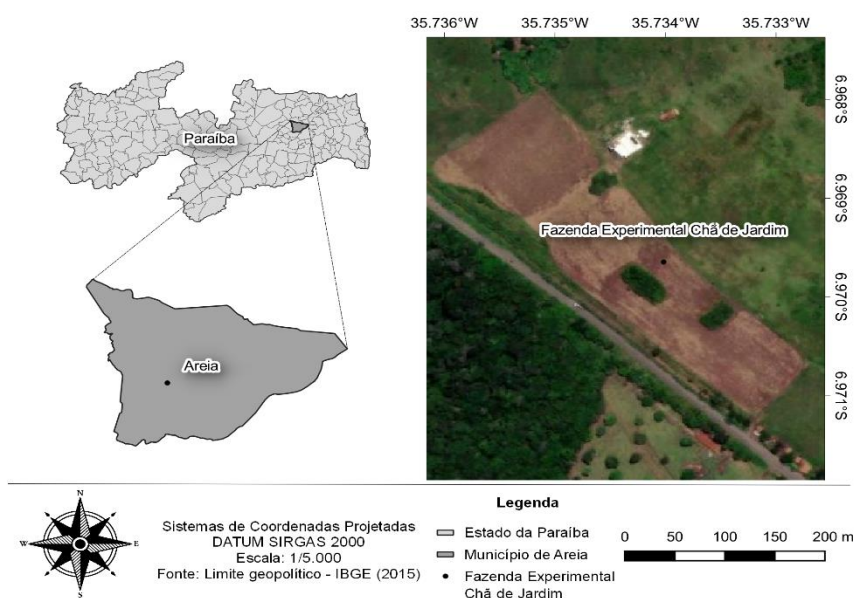


Figura 8. Localização do experimento, Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, UFPB em Areia – PB. Fonte: Autor, 2022.

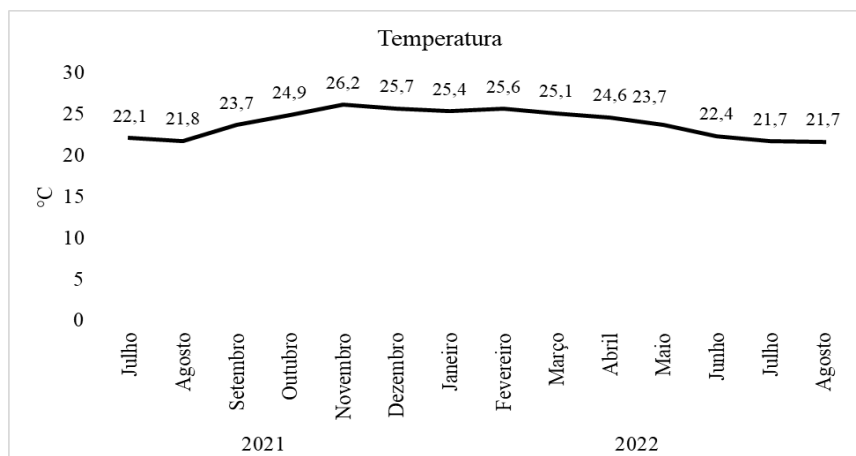


Figura 9. Dados de temperaturas médias do município de Areia durante a execução do experimento (JUNHO/2021 até AGOSTO/2022). Fonte: Estação Automática Areia-A310 – CCA, (INMET, 2021).

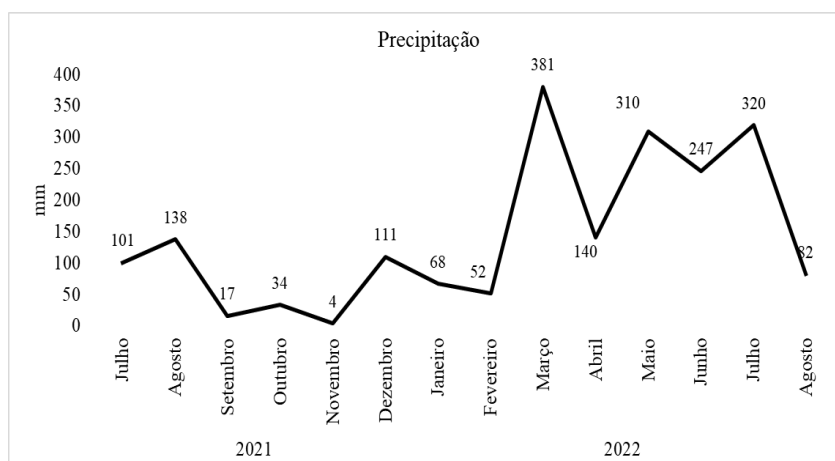


Figura 10. Dados de precipitação média do município de Areia durante a execução do experimento (JUNHO/2021 até AGOSTO/2022). Fonte: Estação Automática Areia-A310 – CCA, (INMET, 2021).

3.2 Condução do experimento

O experimento foi instalado desde junho de 2019 seguindo um delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e nove tratamentos, totalizando 36 parcelas, com área de 25m² (5mx5m), resultando em área total de 1.219 m² (23mx53m) (Figura 11). Tendo sua parcela composta em 4 linhas de 5,0 m de comprimento, com densidade de plantas composta em 10 mudas por linha, sob o espaçamento entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,5 m, tendo as duas linhas centrais consideradas úteis para avaliação de (TCH). Os tratamentos aplicados foram nove genótipos de cana-de-açúcar, originadas de micropropagação vegetativa,

sendo eles: CTC 15, CTC 9004, CTC 9005, RB 015935, RB 965902, RB 975201, RB 975242, RB 935744, RB 867515. As mudas foram doadas pela SBW, empresa especializada em melhoramento, e cultivo *in vitro*. Dentre os genótipos usados, o RB 867515 está sendo utilizado como referência, pois é uma variedade habitualmente utilizada na região.

As avaliações foram realizadas a partir dos 90 dias após o corte da cana-soca e repetidas em intervalos de (90, 180 e 270 DAC), em um total de 3 avaliações no ciclo de ressoca, tendo suas plantas situadas nas duas linhas centrais da parcela.

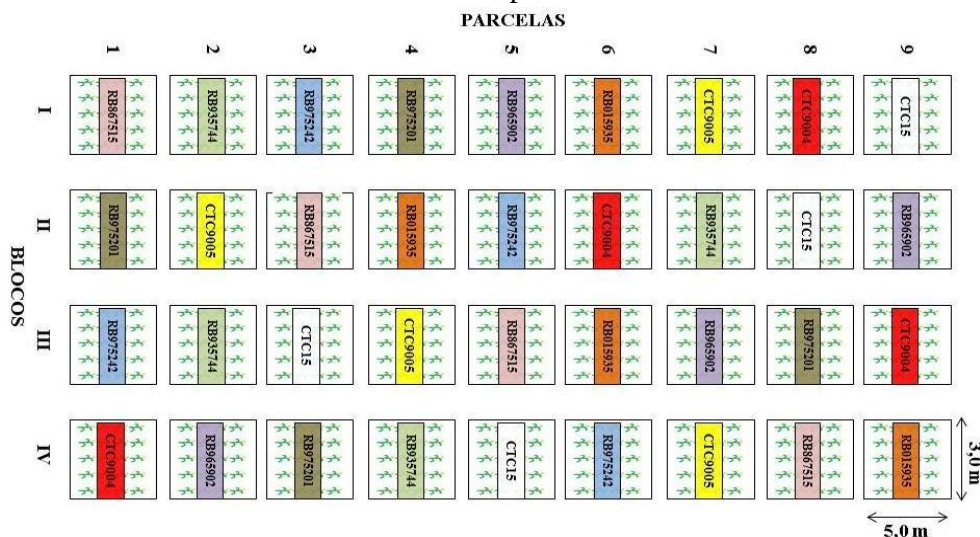


Figura 11. Croqui do delineamento experimental com nove genótipos de cana-de-açúcar.

A pós a colheita teve o preparo da área, foi realizada a limpeza, em seguida a adubação de cobertura aos (75 DAC), recomendada na formação com 80 kg/ha⁻¹N, 40 kg/ha⁻¹P₂O₅, e 80 kg/ha⁻¹K₂O na adubação de acordo com análise respectivamente na (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo, em sua respectiva camada de 0 a 20 cm da área experimental.

Características químicas										
	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	MO
pH	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				g kg ⁻¹		
5,7	3,72	76,54	2,58	4,29	0,05	4,44	1,80	9,02	13,31	37,03

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.

A análise do solo, foram de modo composta. Essa amostra foi enviada para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, onde foi realizada uma análise química do solo.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1. Altura de plantas (ALT)

Foi obtida a altura de plantas de 6 plantas de cada parcela, sendo feito o comprimento da planta da base do colmo até a inserção da folha +1. A medição foi feita com o auxílio de trena métrica e os dados coletados foram convertidos em metros (TEIXEIRA et al., 2011).

3.3.2. Diâmetro médio do colmo (DC)

Foram coletados os dados médios, com o uso de paquímetro digital e analógico, a média do colmo, teve como sua base na amostragem de três pontos de cada colmo, sendo eles a base, centro do colmo, e ápice. Assim, as 6 plantas de cada respectiva parcela, teve suas medidas, e médias em unidade de medida em centímetros (OLIVEIRA et al., 2014).

3.3.3. Número de Perfílos por metro linear (NP m/L)

Sua contagem de número de plantas na área útil, são dos dois sulcos ou duas fileiras centrais de cada parcela, assim, tendo o cálculo e o número médio de colmos por metro, dentro de cada sulcos e fileira (AQUINO e MEDINA, 2014).

3.3.4. Número de Entrenós (NE)

Foi contabilizado o número de entrenós das 6 plantas de cada parcela, sendo contado cada entrenó da base do colmo até o início do palmito aonde se encontra a primeira folha aberta (OLIVEIRA, Anderson et al., 2014).

3.3.5. Índice de Maturação (IM)

Obtido com uso de um refratômetro de campo para coleta do °Brix, foi determinado por meio de teor de sólidos solúveis do colmo (APICAL/BASAL). Tendo os dados analisados de acordo com a metodologia de avaliação da maturidade indicados por Rosseto (2022) em que estabelece a relação entre IM e estádios de maturação. De forma que os seguintes valores sejam determinantes: IM < 0,60 – cana verde; IM entre 0,60 e 0,85 – cana em maturação; IM entre 0,85 e 1 – cana madura; IM > 1,00 – cana em declínio de maturação – inversão da sacarose.

3.3.6. Teor de sólidos solúveis (°Brix)

Foi determinado através da leitura do refratômetro de bancada tipo Abbé, com escala graduada de Brix, utilizando de 3 a 4 gotas de caldo de cana (AOAC,2010).

3.3.7. Tonelada de cana por hectare (TCH):

A produtividade de cana-de-açúcar expressa em tonelada de cana por hectare foi determinada no momento da colheita do experimento, com o auxílio de uma balança industrial para realizar a pesagem de todas as plantas presentes nas parcelas. Os valores foram obtidos em kg, e, posteriormente, os mesmos foram transformados em TCH de acordo com a equação:

$$TCH = \frac{\text{massa total da parcela (kg)}}{\text{área útil (m}^2\text{)}} \times 10$$

Seguindo a metodologia descrita por Mariotti & Lascano (1969), citada por Arizono et al. (1998).

3.3.8. Análise estatística

Para avaliar a diferença entre os tratamentos, os dados foram submetidos a Análise de Variância Univariada (ANOVA), e posterior teste de médias pelos critérios de Scott-Knott, a 10% de probabilidade, com o programa estatístico R® versão 4.2.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância referente aos parâmetros produtivos da cana-de-açúcar (Tabela 2), demonstram para cada variável. As variedades tiveram destaque de variação, tendo ênfase para o Altura de planta (AP), que não teve significância entre si, entretanto as demais tiveram destaque entre as mesmas, para todo os parâmetros analisadas de Interação significativa a ($p < 0,10$).

Tabela 2. Estatística descritiva e comparação de médias da avaliação entre as variedades no Brejo Paraibano. Análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de perfílios por metro linear (NP m/L), número de entrenós (NE), índice de maturação (IM), teor de sólidos solúveis (°BRIX) e Tonelada de cana por hectare TCH, tendo 9 variedades de cana-de-açúcar. Areia-Paraíba, 2023.

Tratamentos	Parâmetros	AP	DC	NP	NE	IM	TSS	TCH
		m	cm	m linear			°Brix	ton.ha ⁻¹
CTC-15	Média	1,94a	1,92ab	8,13b	19,35ab	0,88a	16,97ab	48,75c
	Mediana	1,93	1,93	8,75	19,50	0,88	16,81	46,44
	DP ⁸	0,27	0,08	2,17	1,80	0,03	1,04	17,65
	Máximo	2,28	2,00	10,00	21,20	0,92	18,25	70,96
	Mínimo	1,63	1,80	5,00	17,20	0,86	16,00	31,15
	⁹ CV%	13,99	4,38	26,77	9,30	2,98	6,14	36,22
CTC 9004	Média	2,06a	2,82a	7,50b	19,25ab	0,88a	17,64a	71,26a
	Mediana	2,03	2,81	7,25	19,30	0,88	17,44	77,04

	DP ⁸	0,16	0,08	1,78	0,85	0,04	0,82	14,89
	Máximo	2,27	2,92	9,50	20,20	0,92	18,75	81,35
	Mínimo	1,89	2,74	6,00	18,20	0,83	16,92	49,61
	⁹ CV%	7,68	3,01	23,73	4,44	4,27	4,66	20,90
CTC-9005	Média	2,05a	1,86b	11,25a	22,50a	0,92a	18,44a	62,45ab
	Mediana	2,05	1,86	10,25	22,00	0,96	18,50	63,18
	DP ⁸	0,28	0,17	3,43	1,59	0,11	1,65	16,04
	Máximo	2,33	2,06	16,00	24,80	1,00	20,13	80,19
	Mínimo	1,77	1,64	8,50	21,20	0,76	16,62	43,27
	⁹ CV%	13,70	9,25	30,47	7,06	11,91	8,94	25,68
RB015935	Média	1,97a	2,14a	7,88b	17,90b	0,82b	16,71ab	50,05c
	Mediana	1,87	2,05	7,75	17,80	0,81	16,86	44,43
	DP ⁸	0,23	0,38	1,93	1,67	0,11	2,53	21,09
	Máximo	2,30	2,64	10,00	20,00	0,96	19,12	80,19
	Mínimo	1,82	1,82	6,00	16,00	0,69	14,00	31,15
	⁹ CV%	11,62	17,62	24,52	9,33	14,04	15,16	42,15
RB867515 (Test)	Média	2,14a	2,22a	6,38c	19,80ab	0,82b	16,04b	58,13b
	Mediana	2,16	2,23	6,25	19,50	0,84	16,23	58,55
	DP ⁸	0,11	0,21	0,48	0,99	0,12	0,73	19,38
	Máximo	2,25	2,48	7,00	21,20	0,92	16,70	80,80
	Mínimo	1,98	1,96	6,00	19,00	0,66	15,00	34,62
	⁹ CV%	5,36	9,64	7,51	5,02	14,40	4,53	33,34
RB935744	Média	2,01a	1,98a	10,13a	19,65ab	0,84ab	15,21bc	73,56a
	Mediana	2,02	1,97	9,25	19,40	0,86	15,25	65,19
	DP ⁸	0,19	0,30	2,66	1,42	0,07	0,48	26,72
	Máximo	2,20	2,34	14,00	21,40	0,90	15,75	111,35
	Mínimo	1,81	1,64	8,00	18,40	0,74	14,60	52,50
	⁹ CV%	9,30	15,14	26,25	7,21	8,75	3,17	36,33
RB965902	Média	1,83a	2,02a	7,75b	18,85b	0,89a	18,25a	46,87c
	Mediana	1,83	2,05	8,00	19,20	0,91	18,50	43,84
	DP ⁸	0,26	0,13	1,32	2,82	0,04	0,99	9,95
	Máximo	2,15	2,14	9,00	21,40	0,92	19,12	60,57
	Mínimo	1,53	1,84	6,00	15,60	0,84	16,87	39,23
	⁹ CV%	14,12	6,62	17,07	14,94	4,23	5,40	21,23
RB975201	Média	1,94a	2,11a	6,50c	19,65ab	0,87a	16,60ab	48,75c
	Mediana	1,89	2,10	6,00	19,60	0,88	16,63	43,85
	DP ⁸	0,14	0,42	1,73	2,16	0,04	1,01	13,57
	Máximo	2,15	2,63	9,00	21,80	0,91	17,63	68,65
	Mínimo	1,85	1,62	5,00	17,60	0,83	15,50	38,65
	⁹ CV%	7,20	19,91	26,65	10,97	4,43	6,08	27,83
RB975242	Média	1,96a	2,12a	7,88b	22,85a	0,85ab	13,41c	62,02a
	Mediana	1,97	2,14	7,75	22,90	0,89	13,69	55,96
	DP ⁸	0,09	0,30	1,93	1,15	0,10	1,02	16,72
	Máximo	2,04	2,46	10,00	24,20	0,91	14,25	86,53
	Mínimo	1,86	1,74	6,00	21,40	0,70	12,03	49,62
	⁹ CV%	4,79	13,93	24,52	5,02	11,66	7,63	26,96

Médias de tratamentos na mesma coluna com letras diferentes indica diferença estatística do parâmetro a 10% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.¹Altura de plantas; ²Diâmetro do

colmo; ³Número de perfilhos por metro linear; ⁴Número de entrenós; ⁵IM; ⁶Teor de sólidos solúveis; ⁷Tonelada de cana por hectare; ⁸Desvio padrão; ⁹Coeficiente de variação.

De acordo com Magro et al., (2011) características genéticas das variedades definem parâmetros biométricos como o número de colmos, diâmetro, largura de folhas e arquitetura da parte aérea e esses fatores também sofrem influência do clima, manejo e práticas culturais.

A absorção e acúmulo de nutrientes disponíveis para a planta, gera melhor aproveitamento produtivo por determinadas variedades em diferentes parâmetros de produção agrícola. A taxa de absorção de nutrientes minerais pelas partes aéreas e radicular das plantas, possui uma considerável diferença entre variedades (WOJCIK, 2004). De acordo com Benett et al., 2013, a quantidade de nutrientes extraídos e acumulados variam de acordo com a variedade, manejo do solo, ciclo da cultura e disponibilidade dos nutrientes em épocas de maior exigência.

Dentre os fatores de produção, o diâmetro do entrenó pode estar diretamente relacionado ao acúmulo de sacarose, que consequentemente, 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.

O diâmetro médio do colmo (DC) foi superior no genótipo CTC-9004, no qual obteve diâmetro superior a 2,5 cm, quando comparado as demais cultivares, que teve seus valores abaixo de 2,20 cm de diâmetro por planta (Figura 12).

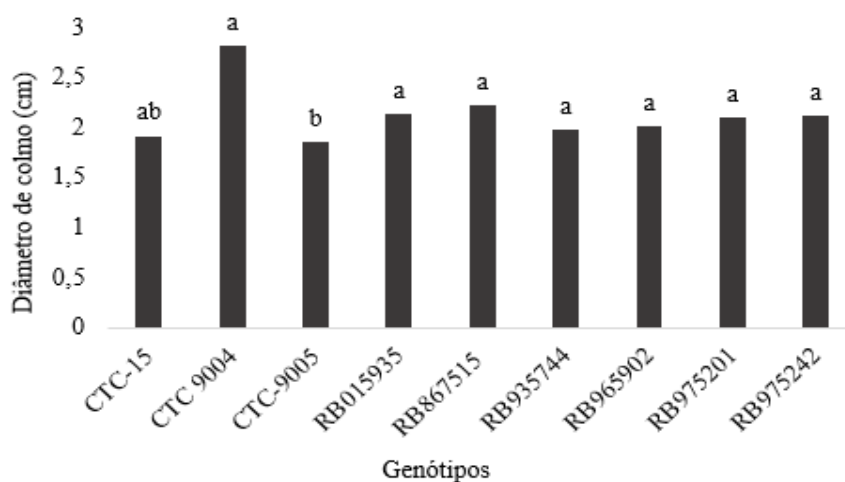


Figura 12. Diâmetro médio do colmo (DC) da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

Dayana (2015), afirma que tanto o excesso de umidade quanto a falta prejudicam o cultivo da cana-de-açúcar. Dessa forma, a umidade relativa do ar ideal está 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).

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., 1661; 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, fisiológicos e filotécnicos (Manhães et al., 2015).

Na variável número de perfilhos, a variedade CTC 9005 e RB935744 apresentaram maiores médias significantes, em desta as demais cultivares (Figura 13).

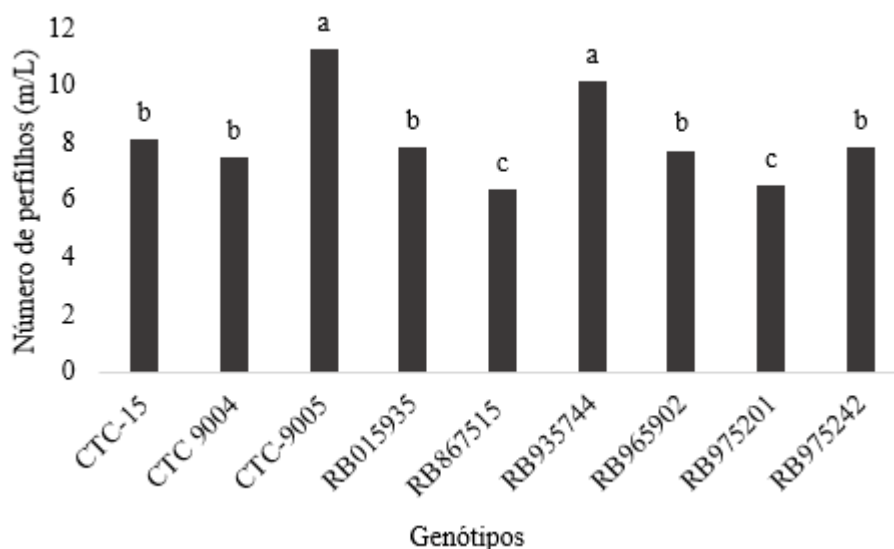


Figura 13. Número de perfilhos por metro linear (NP m/L), da ressoça de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

As melhores características de números de entrenós estão ligadas diretamente à umidade e a temperatura ambiental, tendo uma faixa ideal que pode variar entre 19-28°C, respectivamente, durante a fase de intenso crescimento vegetativo (Figura 13). 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 Linglee 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.

Na variável número de entrenós (NE), a variedade CTC 9005 e RB975242 apresentaram maiores médias significantes (figura 14).

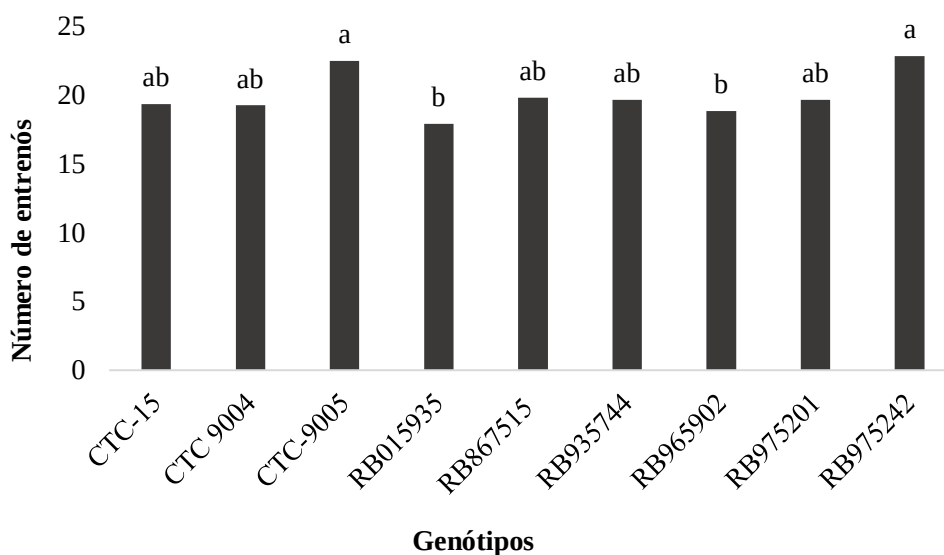


Figura 14. Número de entrenós (NE), da ressoça de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

A cana-de-açúcar é considerada madura, quando se encontra com os valores de Índice de maturação (IM) entre 0,85 e 1 (ROSSETO, 2022), devido ao potencial genético apresentado pelas variedades que tiveram destaque, que tem em suas características maturação precoce-médio, baixo florescimento e alto teor de sacarose (OLIVEIRA et al., 2021), sendo predominante em relação a variedade RB867515, que apresenta maturação tardia e florescimento acima da média (OLIVEIRA, E, 2008).

Na variável de Índice de maturação (IM), a variedade CTC 9005 que teve sua média mais elevada entre as demais variedades, tendo destaque para parâmetros bem satisfatório das cultivares CTC-15, CTC-9004, RB965902, e RB975201 apresentaram médias significantes para variável analisada (figura 15).

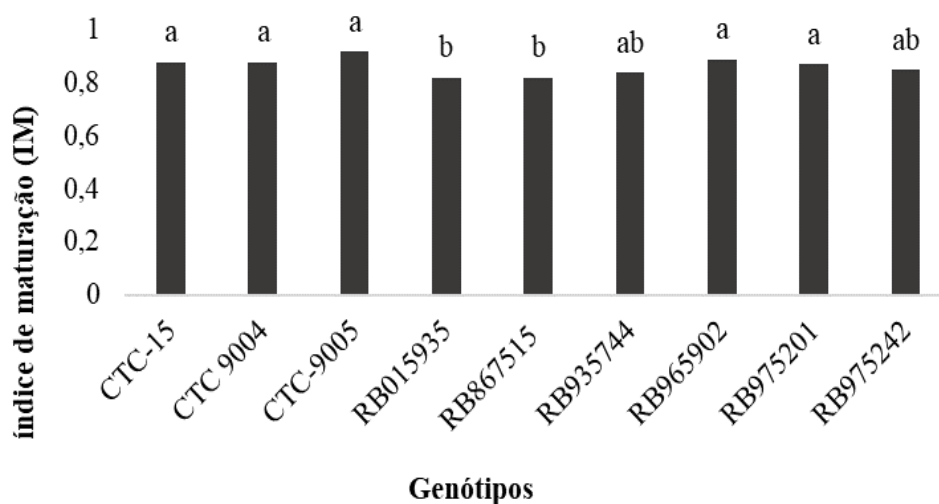


Figura 15. Índice de maturação (IM), da ressoça de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

O processo de armazenamento e translocação do açúcar para os colmos ocorre desde os primeiros meses de desenvolvimento da cultura, podendo variar de acordo com cada variedade, tendo em média seu acúmulo máximo de sacarose a sob um período em que a cana se encontre em condições adversas, tendo um estresse em seu crescimento, e forçando a planta a parar de se desenvolver, passando a amadurecer (ROSSETO, 2022).

Com relação ao Teor de Sólidos Solúveis (SS) expressos na (figura 16), nota-se que as variedades CTC-9005, RB965902, e CTC-15 se destacaram sobre as demais, apresentando resultados superiores para essa variável. Considera-se que isso pode ser ocasionado devido às características das variedades, no que diz respeito a CTC-15, esta apresenta tolerância a seca, alta produtividade e maturação média (CTC, 2018a), já a CTC-9005 apresenta alto teor de açúcar e maturação hiper precoce (CTC, 2018b) particularidades que influenciam diretamente na concentração de açúcares nos colmos. Já a RB965902 tendo boas adaptação em ambientes adversos, tendo um alto potencial produtivo. Com uma resistência às principais doenças, e tendo sua falta de flores e inflorescência, ajuda a ter um bom desenvolvimento e acúmulo de um alto teor de sacarose nos centros das plantas, influencia diretamente a valores satisfatório em (SS) Oliveira et al. (2021). O teor de sólidos solúveis é um dos atributos qualitativos mais importantes para a indústria sucroenergética, pois é um dos componentes que determinam o rendimento do açúcar do caldo (MAIA JÚNIOR et al., 2018).

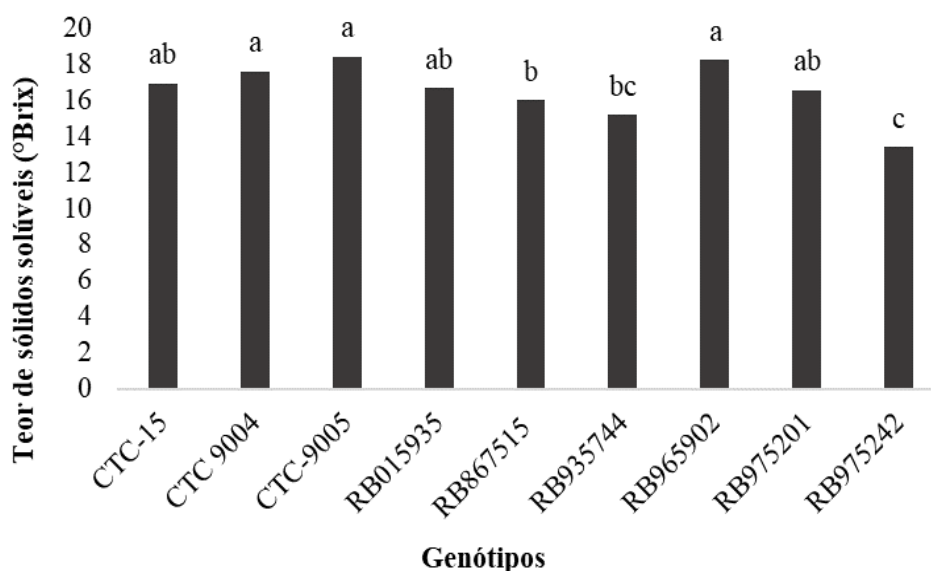


Figura 16. Teor de sólidos solúveis (°Brix), da ressoça de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

Os genótipos CTC-9005, RB965902, e CTC-9004 apresentaram os maiores valores de °Brix ao final do ciclo, com médias de 18,44°, 18,25° e 17,64° respectivamente, quando comparados com a testemunha RB867515, que obteve valores abaixo de 16,04° Brix. No entanto, destaca-se que os demais genótipos analisados (CTC-15, RB015935, RB975201 e RB935744) também obtiveram valores superiores a testemunha, mas não diferiram estatisticamente (ARAÚJO, 2019), processamento e beneficiamento da cana. Azevedo et al., (2021) avaliando a produtividade de genótipos de cana de açúcar cultivados com e sem calagem durante dois ciclos da cultura no Brejo Paraibano, observaram que as altas precipitações pluviométricas próximas ao período da colheita da cana-soca contribuíram para os baixos teores de °Brix. O que explica os resultados encontrados no presente trabalho, pois as condições de cultivo, solo e clima são idênticas, além das fases de colheita coincidirem.

Para a variável Toneladas de Cana por hectare (TCH), verificou-se que a variedade que melhor respondeu foi a RB935744 com média igual a 73,56 ton ha⁻¹, seguido da CTC-9004 apresentando 71,26 ton ha⁻¹, não diferindo estatisticamente da CTC-9005 e da RB975242 que obtiveram médias de 62,45 e 62,02 ton ha⁻¹, respectivamente. Levando em consideração a testemunha RB867515 que teve média de 58,13 ton ha⁻¹, todas diferiram estatisticamente, obtendo médias superiores (Figura 17). Evidencia-se que o terceiro ciclo da cana-de-açúcar contou com um período de chuvas bastante favorável ao desenvolvimento da cultura, o que incidiu diretamente nos valores de TCH, sendo estes superiores quando comparado a média de

produtividade da Paraíba para cana-soca de terceira e quarta folha que é de 47 ton ha⁻¹ quando cultivada em sequeiro (CULTIVAR, 2022).

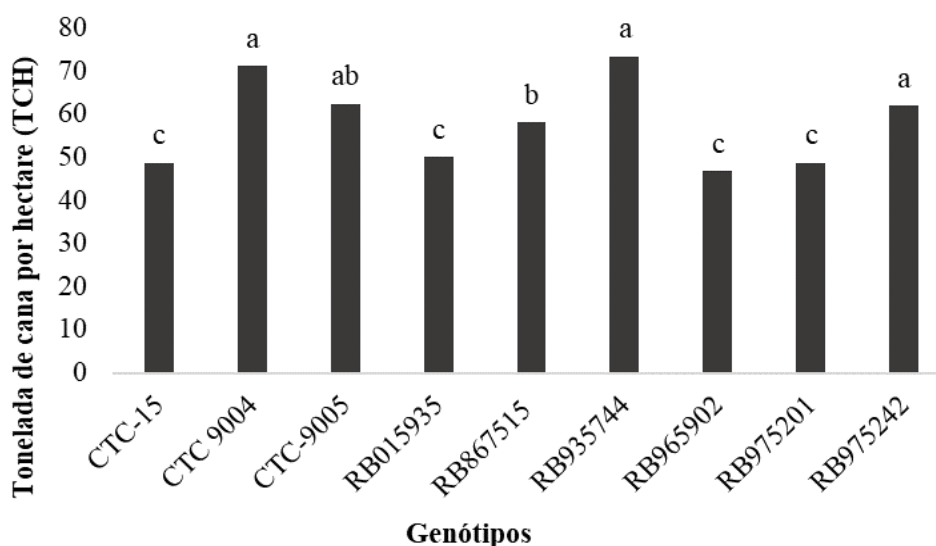


Figura 17. Toneladas de cana por hectare (TCH), da ressoca de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas em sequeiro. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,10$). Areia – Paraíba, 2023.

Portanto, a melhor produtividade dessas variedades em estudo, ocorreu principalmente devido as suas características morfológicas de adaptação, e tolerância a condições de sequeiro, como é o caso da variedade RB935744, que de acordo com Oliveira et al. (2021), apresenta dentre suas características uma alta produtividade agrícola em condições não tão favoráveis a outras variedades, além de uma média restrição com relação a exigência em ambientes, tendo um material rústico, que apresenta excelente sanidade. E a variedade CTC-9004 que se destaca pela alta produtividade e boa tolerância a seca, além disso, também exibe uma rusticidade e maturação média (CTC, 2018c).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teor de sólidos solúveis é superior nos genótipos CTC-9004, CTC-9005, e RB 965902. As variedades CTC-9004, RB935744, e RB975242 apresentam maior produtividade no microclima do Brejo Paraibano. A CTC-9004 apresenta boa resposta produtiva, de acordo com os parâmetros exigidos pelo mercado em seu terceiro ciclo, quando cultivada sob condições de sequeiro.

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 taxa de crescimento de oito de cana-de-açúcar. **Revista Geama**, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2019.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, USA, 18a ed, 3ª Revisão. 1094p, 2010.
- AQUINO, G. S; MEDINA, C. C. Produtividade e índices biométricos e fisiológicos de cana-de-açúcar cultivada sob diferentes quantidades de palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 173-180, 2014.
- ARAÚJO, S. L. M. **Estudo da produção de aguardente composta por polpa de caju e caldo de cana**. 56f. Monografia. Curso de Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba, 2019.
- ARIZONO, H., MATSUOKA, S., GHELLER, Y., MASUDA, H.P., HOFFMANN, B.A.I., MENESEZ, L.L. Alternativas para avaliação de produção de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.16, n.5, p.20, maio/jun. 1998.
- AZEVEDO, M. C., DE SOUZA SILVA, E., ALMEIDA, L. J., ROSENDO, B. H. B., DA SILVA RIBEIRO, J. E., NETO, D. E. S., MIELEZRSKI, F. Produtividade de genótipos de cana de açúcar em resposta à aplicação de calcário em microclima do semiárido brasileiro. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 7, pág. e34710716784-e34710716784, 2021.
- 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.
- 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.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; COSTA, N. R.; MAEDA, A. S. E ANDREOTTI, M. Acúmulo de nutrientes no colmo de cana-de-açúcar em função de fontes e doses de manganês. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1077-1088, 2013.
- 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.
- BUSO, P. H. M. **Estudo do sistema radical de cana-de-açúcar no plantio em gema e tolete**. 88f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CANÇADO, G. D. A., VASCONCELOS, J., OLIVEIRA-PAIVA, C. A., CHRISTOFOLETTI, D.; SEVERINO, F., PINTO JUNIOR, A. S., ANTUNES, J. Utilização de inoculante líquido solubilizador de fosfato formulado a base dos isolados de *Bacillus megaterium* (b119) e *Bacillus subtilis* (b2084) no plantio da cana-de-açúcar. Campinas: **Embrapa Agricultura Digital**, p. 1-15, 2021.

COELHO, A. P., DALRI, A. B., LANDELL, E. P., 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**. Quarto levantamento. Brasília: v.10 – safra 2022/23, nº4, p. 1-49, abril de 2023.

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.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Bula Técnica Variedades** : CTC 15. ed. julho, Piracicaba, 2018a.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Bula Técnica Variedades** : CTC 9004 M. ed. julho, Piracicaba, 2018b.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Bula Técnica Variedades** : CTC 9005 HP. ed. julho, Piracicaba, 2018c.

CULTIVAR, Revista. Com irrigação por gotejamento, Usina da Paraíba chega ao 13º corte com produtividade média acima de 100 ton/ha. [S. l.], 25 maio 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/com-irrigacao-por-gotejamento-usina-da-paraiba-chega-ao-13o-corte-com-produtividade-media-acima-de-100-tonha>. Acesso em: 11 Set. 2023.

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.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na Região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1988. p. 33-40.

DILLEWIJN, C. V. **Botany of Sugarcane**. Waltham, Mass: Chronica Botânica, 1952.

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.

FICKETT, N. D.; EBRAHIMI, L.; PARCO, A. P.; GUTIERREZ, A. V.; HALE, A. L.; PONTIF, M. J.; BAISAKH, N. An enriched sugarcane diversity panel for utilization in genetic improvement of sugarcane. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2020.

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.

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.

KAUR, A.; MALHOTRA, P. K.; MANCHANDA, P.; GOSAL, S. S. Micropropagation and Somatic Embryogenesis in Sugarcane. In: **Biotechnologies of Crop Improvement**, Springer, Cham, p. 57-91, 2018.

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.

LEE, T. S. G. Micropropagation of sugarcane (*Saccharum* spp.). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Hague, v.10, p. 47-55, 1987.

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. **Produção de Cana-de-Açúcar**, USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2011.

MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P. E.; TAKAMATSU, S. Y. Biometria em cana-de-açúcar. **Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: Butanta, Brazil**, p. 1-18, 2011.

MAIA JÚNIOR, S. D. O. M., SILVA, J. A. C., SANTOS, K. P. O., DE ANDRADE, J. R., SILVA, J. V., ENDRES, L. Caracterização morfológica e produtiva e suas correlações em cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 2, p. 31-42, 2018.

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**, (INFOTEC-A-E), 2012. 31p.

MURASHIGE, T. SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and biossay with tabacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen , v. 15, p. 473-497, 1962.

NASCIMENTO, M. A. **Eficiência produtiva e econômica de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes épocas de adubação foliar**. 45f. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB, 2023.

OHASHI, A. Y. P., PIRES, R. C. D. M., XAVIER, M. A., PERECIN, D.; SILVEIRA, L. K., PETRI, R. H. Irrigation management based on reference evapotranspiration for pre-sprouted plantlets of sugarcane cultivars. **Bragantia**, v. 79, n. 2, p. 293-304, 2020.

OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B.; SANTOS, B. L. S. WALKER, A. M. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no vale do Submédio São Francisco. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, p. 1-14, 2014.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

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, R. A., BARBOSA, G. V. S., DAROS, E. **50 anos de Variedades RB de Cana-de-Açúcar: 30 anos de RIDESA**. UFPR, RIDESA: Curitiba, Brazil, p. 30-52, 2021.

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.1-19, 2022.

PEDROZO, C. Â., BENITES, F. R. G., BARBOSA, M. H. P., RESENDE, M. D. V. D., SILVA, F. L. D. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p.031-036, 2009.

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

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.

RIBEIRO, J. E. D. S., BARBOSA, A. J. S., LOPES, S. D. F., PEREIRA, W. E., ALBUQUERQUE, M. B. D. Seasonal variation in gas exchange by plants of *Erythroxylum simonis* Plowman. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 287-296, 2018.

ROSSETO, R. **Maturação - Portal Embrapa**. 2022. Disponível em: . Acesso em: 16. Setembro 2023.

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, F., EICHLER, P., MACHADO, G., MATTIA, J., DSOUZA, G. By-products of the sugarcane industry. In: **Sugarcane biorefinery, technology and perspectives**. Academic Press, 2020. p. 21-48.

SANTOS, L. S., BRAGA, N. C. C., RODRIGUES, T. M., RUBIO NETO, A., BRITO, M. F., SEVERIANO, E. C. Pre-sprouted Seedlings of Sugarcane Using Sugarcane Industry By-products as Substrate. **Sugar Tech**, v. 22, n. 4, p. 675–685, 2020.

SILVA, F.C., MUTTON, M.J.R., CESAR, M.A.A., MACHADO JUNIOR, G.R., MUTTON, M.A., STUPIELLO, J.P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. p. 288-359. In: SILVA, F. C., ALVES, B. J. R., FREITAS, P. L. **Sistemas de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. 1. ed. Brasília: Embrapa. 586p, 2015.

SILVA, J. P. N. D.; SILVA, M. R. N. D. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. 2016.

SILVA, J. P. N. D.; SILVA, M. R. N. D. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. 2016.

SILVA, L. M. C. **Avaliação morfológica da cana-de-açúcar (cana-soca) sob condições de estresse salino**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, 2019.

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

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.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Doses, fontes e modos de aplicação de zinco na cultura da cana-de-açúcar**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de produção. Ilha Solteira – SP, 2011.

VAN DILLEWIJN, C. **Botany of sugarcane**. Walt-hham: Chronica Botânica, 1952. 433 p.

VISÃO AGRO. **Moagem de cana na Paraíba bate recorde de 1980 na safra de 2022/2023**. 2023. Disponível em: <<https://visaoagro.com.br/usinas/cana-de-acucar/moagem-de-cana-na-paraiba-bate-recorde-de-1980-na-safra-de-2022-2023/>>. Acesso em: 26 setembro. 2023.

VIEIRA, R. A., SILVA, C. M., SOUTO, E. R., HATA, F. T., MACHADO, M. F. P. S., MARCUZ, F. S. Diferentes concentrações de 6-Benzilaminopurina e cinetina na micropropagação in vitro de variedades RB867515 e RB855156 de cana-de-açúcar. **Campo Digital, Campo Mourão**, v. 4, n. 1, p. 122-126, 2009.

WEN, M.; YANG, J., PAN, F., WU, W., CHEN, Y., GUAN, J. Advances in Studies of Genetic Improvement of Sugarcane. **Asian Agricultural Research**, v. 8, n. 1812-2016-144751, p. 66-70, 2016.

WOJCIK, P. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization. **Journal of fruit and ornamental plant research**, v. 12, n. Spec. ed., 2004.

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. interspecific hybrids). **Science of the Total Environment**, v. 752, p. 141795, 2021.