



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

JOSÉ ILÁRIO DE OLIVEIRA DANTAS

**DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO NO
BREJO PARAIBANO**

AREIA

2024

JOSÉ ILÁRIO DE OLIVEIRA DANTAS

**DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO NO
BREJO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
em Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial a obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA

2024

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D192d Dantas, José Ilário de Oliveira.

Desempenho vegetativo e produtividade da
cana-de-açúcar em função da aplicação de diferentes
doses de nitrogênio no Brejo Paraibano / José Ilário de
Oliveira Dantas. |- Areia, 2024.

40 f. : il.

Orientação: Fabio Mielezrski.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Ureia. 3. Desenvolvimento. 4.
Saccharum spp. I. Mielezrski, Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 25/10/2024

**“DESEMPENHO VEGETATIVO E PRODUTIVIDADE DA CANA-
DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES
DOSES DE NITROGÊNIO NO BREJO PARAIBANO”**

Autor: **JOSÉ ILÁRIO DE OLIVEIRA DANTAS**

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Fábio Mielezrski
Orientador – UFPB

Me. João Henrique Barbosa da Silva
Examinador – UFPB

Me. Júlio Sérgio Leite da Silva
Examinador – UFPB

Esta obra é dedicada de maneira especial aos meus pais Dênis e Verônica, os alicerces fundamentais que me permitiram prosseguir nesta instituição. Agradeço-lhes pela fortaleza psicológica e apoio que ofereceram ao longo dos últimos anos do meu curso. Também estendo minha dedicação à minha companheira de vida, Erika, cuja crença e apoio foi constante até alcançar este momento.

Agradecimentos

Expresso minha profunda gratidão à Universidade Federal da Paraíba por proporcionar o ambiente propício ao desenvolvimento acadêmico e a formação de conhecimento. Um agradecimento especial ao meu orientador, Fábio, cujo apoio e instruções foram fundamentais para o sucesso deste projeto, demonstrando um comprometimento exemplar.

Aos meus queridos amigos, dedico um agradecimento sincero pela constante motivação e apoio inabalável, que foram essenciais nos momentos em que a desistência parecia uma opção. Juntos, superamos desafios e celebramos conquistas, fortalecendo os laços de amizade.

A equipe do GESUCRO, onde tive a honra de fazer parte, adquirindo valiosos conhecimentos práticos, expresso meu profundo orgulho e gratidão pelos momentos vivenciados e pelo grande apoio na execução deste projeto.

A Júlio Sérgio pela grande ajuda na análise em estatística.

Não posso deixar de expressar minha gratidão a minha querida turma, a mais unida do CCA, pela companhia, colaboração e momentos inesquecíveis ao longo dessa jornada acadêmica. Meu muito obrigado a todos que de alguma forma contribuíram para o enriquecimento desta experiência.

A minha companheira, Erika, pelo apoio, bons conselhos e incentivo a nunca desistir de realizar esse sonho, te amo!

RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é de grande importância econômica para o Brasil, alcançando uma produção recorde de 713 milhões de toneladas na safra 2023/24, segundo a CONAB, 2024. O nitrogênio é um nutriente essencial para a cultura, influenciando processos como fotossíntese e síntese de proteínas, sendo a ureia uma das fontes mais utilizadas por seu custo-benefício. Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da aplicação de doses de ureia em cultivares de cana-de-açúcar RB867515 e RB041443 no Brejo Paraibano. O experimento foi realizado na Fazenda Chã de Jardim, PB, com doses de nitrogênio de 50, 100, 150 e 200 Kg/ha⁻¹, além de um controle. Foi utilizado o DBC – Delineamento de Blocos Casualizado, onde foram analisados altura das folhas, diâmetro do colmo, número de entrenós, produtividade (TCH), Brix, número de folhas e plantas por metro linear. Os resultados indicaram que, embora as cultivares e o DBC tenham influenciado várias características, as doses de nitrogênio não apresentaram efeito significativo na maioria das variáveis. Apenas a produtividade em TCH foi impactada, com a dose de 200 Kg/ha⁻¹ mostrando o maior incremento. Conclui-se que a escolha da variedade e as condições locais de solo e manejo podem ter maior influência na produtividade da cana-de-açúcar do que a quantidade de nitrogênio aplicada.

Palavras-chave: ureia; desenvolvimento; *Saccharum spp.*

ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum spp.*) plays a significant economic role in Brazil, reaching a record production of 713 million tons in the 2023/24 harvest, according to CONAB (2024). Nitrogen is an essential nutrient for this crop, influencing processes such as photosynthesis and protein synthesis, with urea being one of the most widely used sources due to its cost-effectiveness. This study aimed to evaluate the impact of urea application rates on sugarcane cultivars RB867515 and RB041443 in the Brejo Paraibano region. The experiment was conducted at Fazenda Chã de Jardim, PB, using nitrogen rates of 50, 100, 150, and 200 Kg/ha⁻¹, as well as a control. A Randomized Block Design (RBD) was employed to analyze leaf height, stem diameter, number of internodes, productivity (TCH), Brix, number of leaves, and plants per linear meter. Results indicated that while cultivars and the RBD influenced various plant characteristics, nitrogen rates had no significant effect on most variables. Only TCH productivity was impacted, with the 200 Kg/ha-1 rate showing the greatest increase. The study concludes that cultivar selection and specific soil and management conditions may have a greater impact on sugarcane productivity than nitrogen application rates.

Keywords: urea; development; *Saccharum spp.*

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar.	16
Figura 2. Informações sobre a RB867515.	17
Figura 3. Genealogia da variedade RB72454.	17
Figura 4. Informações sobre a RB041443.	19
Figura 5. Distribuição das variedades.	23
Figura 6. Distribuição das doses.	23
Figura 7. Representação 3D das aplicações em cada parcela.	24
Figura 8. Dimensões das parcelas.	25
Figura 9. Contagem do número de folhas.	27
Figura 10. Plantas por metro linear.	28
Figura 11. Medição diâmetro do colmo.	28
Figura 12. Altura da planta até a folha +1.	29
Figura 13. Contagem do número de entrenós.	29

INDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) da Altura da planta.....	31
Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para o Grau Brix.	31
Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) para o diâmetro do colmo.	32
Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para o número de entrenó.	33
Tabela 5. Análise de variância (ANOVA) para o número de folhas.....	33
Tabela 6. Análise de variância (ANOVA) para plantas por metro linear.	34
Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) para o TCH.	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR	12
2.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	13
2.3 VARIEDADES	14
2.3.1 - RB867515	14
2.3.2 - RB041443	16
2.4 MERCADO NACIONAL DE FERTILIZANTES	17
2.5 FERTILIZANTES NITROGENADOS NA AGRICULTURA	17
2.6 RESPOSTAS DA CANA-DE-AÇÚCAR A UREIA	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.2 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL	22
3.3 PREPARO DAS DOSAGENS	22
3.3 APLICAÇÃO NO ENSAIO	24
3.4 PARÂMETROS ANALISADO	25
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
4 RESULTADOS	28
5 DISCUSSÃO	35
6 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma espécie pertencente à família Poaceae e considerada uma das principais culturas economicamente explorada no Brasil (JACOMASSI *et al.*, 2022) com centro de origem localizado na Nova Guiné, sendo posteriormente, ao longo dos anos, difundida pela China e outros países em todo o mundo (AZEVEDO; MIELEZRSKI, 2020). No Brasil, os primeiros cultivos com a cana-de-açúcar foram datados no século XVI, sendo os estados de Pernambuco e São Paulo os primeiros a desenvolver o setor açucareiro, sendo posteriormente difundida para demais regiões do país (MACHADO, 2019, apud AZEVEDO; MIELEZRSKI, 2020). Atualmente, a cana-de-açúcar tem ganhado destaque significativo por sua participação na economia brasileira, tornando o país o maior produtor mundial dessa commodity, com destaque para a produção de açúcar e etanol (SANCHES *et al.*, 2023).

Recentemente o boletim de levantamento para a safra 2024/25 de cana-de-açúcar, publicado em agosto de 2024 pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apontou uma produção estimada de 689,8 milhões de toneladas em nível nacional, com uma produtividade de 79,953 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2024b). Atualmente, a região Sudeste lidera a produção de cana-de-açúcar, respondendo por 64,2% da produção total, equivalente a aproximadamente 442,8 milhões de toneladas. No Nordeste do país, observou-se um crescimento de 5,6% em comparação com a safra anterior, com uma produção de aproximados 59,62 milhões de toneladas. No estado da Paraíba, as projeções para a mesma safra em área, produtividade e produção são de 129,3 mil ha, 62,28 kg ha⁻¹ e 8.053,3 mil t, respectivamente (CONAB, 2024b).

Além da relevância econômica, a cultura da cana-de-açúcar apresenta diversas demandas agronômicas que impactam diretamente sua produtividade e qualidade. Entre esses fatores, a adubação nitrogenada desempenha um papel fundamental, especialmente no desenvolvimento fenotípico da planta conforme mencionado em Silva (2020). Prando *et al.* (2012), cita que o nitrogênio (N) é o

nutriente mais demandado pelas culturas agrícolas e é crucial para aumentar a produtividade, especialmente em gramíneas. De acordo com os mesmos autores, a dose de nitrogênio deve ser ajustada conforme a expectativa de rendimento e as características do solo, pois doses inadequadas podem limitar a produção, sendo a Ureia o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil devido ao alto teor de nitrogênio com cerca de 45%.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da aplicação de ureia como fonte de N em diferentes doses na produtividade das variedades RB867515 e RB041443 de cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar desempenha um importante papel na economia do país, de acordo com as informações fornecidas pelo 4º Levantamento da Safra 2023/24, emitido pela CONAB (2024a), a safra de cana-de-açúcar atingiu um recorde de produção com mais de 713 milhões de toneladas produzidas. Essa produção histórica alcançou um rendimento médio de 85.580 Kg/ha⁻¹, representando um aumento de mais de 16% em comparação a safra de 2022/23. O maior produtor é o estado de São Paulo com uma produção de 383.409,5 mil toneladas na safra 2023/24, um aumento de 22,5% em relação à safra anterior. Na Paraíba a produção foi de 7.605,7 mil toneladas na mesma safra, um aumento de 0,5% em relação à safra anterior.

Estes resultados positivos ainda de acordo com a CONAB (2024a), refletem um ano de boas condições para o cultivo, aliadas a eficiência no manejo e as novas tecnologias que têm impulsionado o setor a ganhar destaque no cenário do agronegócio brasileiro.

Segundo Vital (2024), o Brasil permanece como o maior produtor e exportador de açúcar no cenário global, respondendo por aproximadamente 52% do comércio mundial na safra 2023/24. Ainda de acordo com o autor, o país é o segundo maior produtor de etanol no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, que dominam a produção e o consumo. O etanol brasileiro tem como principal mercado o consumo interno, com uma produção de 35,6 bilhões de litros, representou um aumento de 15% comparado a safra anterior, mas sem perspectivas de crescimento expressivo na demanda global devido ao aumento dos veículos elétricos.

Na agricultura do Brejo Paraibano, Pessoa *et al.* (2021), afirmaram que a cana-de-açúcar desempenha um papel crucial, sendo historicamente significativa para a economia local, que no município de Areia, entre 1995 e 2019, a produção de cana mostrou variações consideráveis com reduções nas áreas plantadas e colhidas, mas mantendo a quantidade produzida e em alguns anos superando o

início do período analisado. Com isso mostra como a cultura é responsável por grande parte da geração de emprego na região sendo destaque na história local.

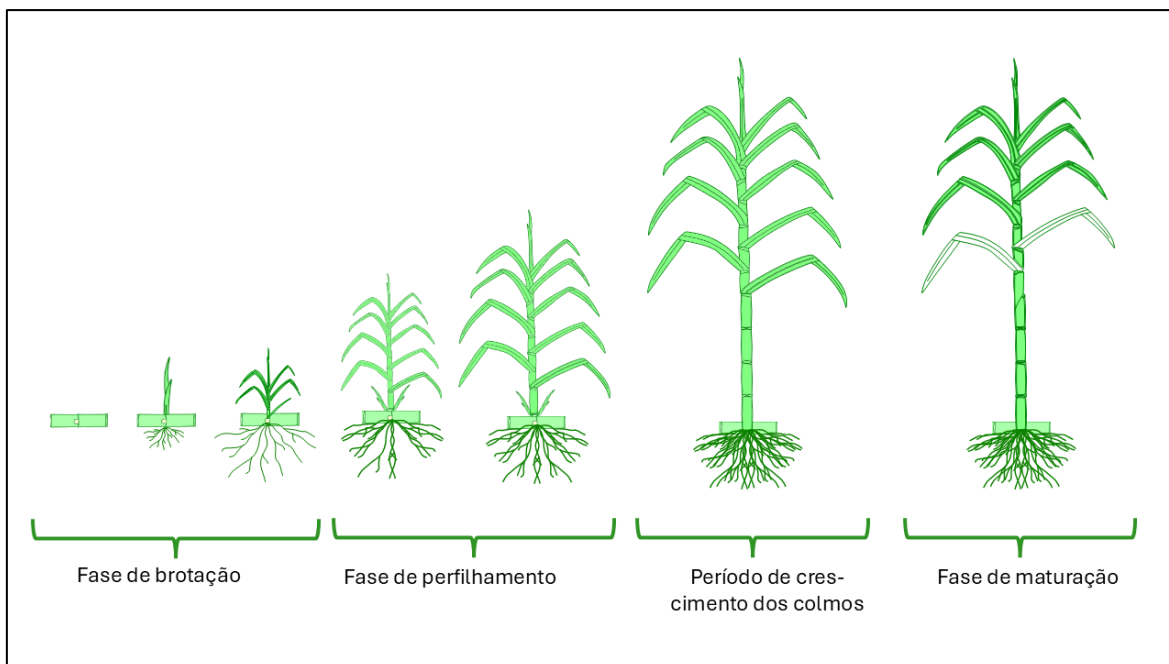
2.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Como citam Amaral *et al.* (2015), a cana-de-açúcar pertence à família Poaceae do gênero *Saccharum* L., Segundo Scarpai e Beauclair (2008, apud, SIMON 2019) é uma planta perene, sua estrutura é composta pela parte aérea com colmos, folhas e inflorescências e pela parte subterrânea que consiste em raízes e rizomas, geralmente desenvolvendo-se em touceiras, os colmos são cilíndricos e possuem nós e entrenós que armazenam sacarose, enquanto cada nó contém gemas axilares utilizadas na propagação vegetativa. As folhas se fixam na base dos nós, dividindo-se em bainha e lâmina foliar.

Matsuoka *et al.* (2005, apud SIMON, 2019), apontam que a propagação da cana-de-açúcar se dá pela forma vegetativa, ou seja, utilizando partes do colmo que possuem gemas para a propagação. Por outro lado, a propagação por sementes é realizada apenas para fins de melhoramento. Cox *et al.* (2000, apud AMARAL, SANTOS; BARBOSA, 2015) afirmam que as variedades atuais são resultantes de híbridos interespecíficos entre *Sacharum officinarum* L. e *S. spontaneum* L., atualmente os seus cultivos se dão pela extensão tropical do globo de acordo com Ferrari (2010, apud SIMON, 2019).

Segundo Teruel *et al.* (1997), as fases de crescimento da cana-de-açúcar envolvem modificações no tamanho, massa ou volume da planta em função do tempo, sendo essencial compreender a variação dos estádios de desenvolvimento para modelar e quantificar o crescimento da cultura de acordo com a Figura 1.

Figura 1. Fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar.



Fonte: Autor, adaptado Teruel *et al.* (1997)

2.3 VARIEDADES

2.3.1 - RB867515

De acordo com as informações publicadas por RIDESA (2010) a RB867515 é uma variedade de cana-de-açúcar desenvolvida nos anos 80, mas apenas em 1997 a variedade foi oficialmente lançada pela Universidade Federal de Viçosa. A variedade é relevante por sua capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade e condições hídricas limitadas (Figura 2) contribuindo para o aumento da produção de cana-de-açúcar no Brasil.

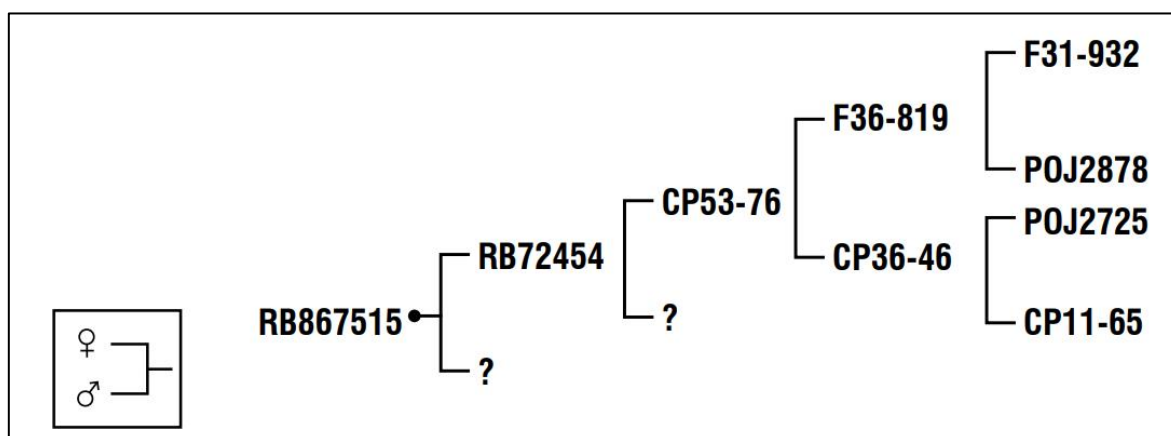
Figura 2. Informações sobre a RB867515.



Fonte: Autor, adaptado de Ridesa (2010).

A variedade foi criada através de um cruzamento múltiplo aleatório, com a RB72454 como progenitora, sem identificação específica da variedade "pai" conforme a Figura 3.

Figura 3 - Genealogia da variedade RB72454.



Fonte: RIDESA 2010

Ainda segunda o material fornecido pela RIDESA (2010) a cultivar apresenta crescimento ereto, fácil despalhamento e perfilhamento moderado. Os colmos são

uniformes, com entrenós cilíndricos e cor variando entre verde-arroxeadado e roxo intenso ao sol. Apresenta poucas rachaduras, superfície lisa e anel de crescimento médio. A zona radicular é média sem raízes aéreas e as gemas são pentagonais, com poro germinativo apical. A almofada é estreita e deprimida.

Oliveira, Barbosa e Daros (2021), citam que a cultivar ainda apresenta um desempenho superior em solos com textura arenosa e baixa fertilidade natural, além de ser caracterizada por alta produtividade de sacarose e teor médio de fibra. Ela também possui boa capacidade de brotação e tolerância à seca

2.3.2 - RB041443

Essa cultivar é conhecida por sua alta produtividade e rápido crescimento (Figura 4), com hábito de crescimento ereto como informa RIDESA (2021), ainda possui perfilhamento e facilidade de retirada da palha com intensidade média e seus colmos são de tamanho médio, com coloração arroxeadada tanto sob a palha quanto quando expostos ao sol além de apresentar bastante cera nos entrenós.

Adaptável a diferentes ambientes, essa variedade é rica em açúcar sendo indicada para colheitas em áreas secas até novembro e em áreas irrigadas até fevereiro.

É uma cultivar resistente a carvão, ferrugem marrom, mosaico, escaldadura, ferrugem alaranjada e *Meloidogyne incognita*.

Figura 4. Informações sobre a RB041443.



Fonte: Autor, adaptado de Ridesa (2021).

2.4 MERCADO NACIONAL DE FERTILIZANTES

Em conformidade com Almeida e Volotão (2020) o Brasil é responsável por aproximadamente 8% do consumo global de fertilizantes, ocupando a quarta posição no ranking mundial, atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos. A demanda por fertilizantes no Brasil tem crescido a um ritmo superior à média global, sendo atendida principalmente por meio do aumento das importações, onde ainda de acordo com o autor, a Rússia sendo o maior exportador, especialmente de nitrogênio.

2.5 FERTILIZANTES NITROGENADOS NA AGRICULTURA

Conforme mencionado por FERNANDES *et al.* (2022) os fertilizantes nitrogenados são fundamentais para a agricultura, pois o nitrogênio é o nutriente mais requisitado pelas plantas. Ele desempenha papéis essenciais como na fotossíntese, produção de proteínas, formação da clorofila e composição dos

aminoácidos, além de participar de várias enzimas. Entre os mais utilizados globalmente está a ureia, sendo o mais comum devido à sua alta solubilidade em água, baixo custo e baixa corrosividade, porém apresenta um problema com perda por volatilização.

2.6 RESPOSTAS DA CANA-DE-AÇÚCAR A UREIA

A utilização de nitrogênio na fertilização da cana-de-açúcar é um fator crucial para maximizar a produtividade e a qualidade da cultura. Gomes *et al.* (2017) avaliaram os efeitos de diferentes fontes e doses de nitrogênio na produtividade de colmos da cana-de-açúcar em cana-planta. O experimento realizado em um Latossolo Vermelho distrófico na Fazenda Rio Paraíso II, pertencente à Usina Raízen, revelou que a aplicação de nitrato de amônio nas doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ proporcionou incrementos mais elevados na produtividade dos colmos.

Complementando essa análise, Silva (2020) destaca que a cana-de-açúcar sendo uma das principais culturas energéticas apresenta uma resposta limitada à adubação nitrogenada. Seu estudo avaliou o efeito de doses de nitrogênio utilizando nitrato de amônio como fonte não encontrou efeitos positivos significativos em relação às variáveis de crescimento e produtividade, essa discrepância entre os estudos pode estar relacionada a fatores ambientais e de manejo que influenciam a absorção e utilização do nitrogênio.

Por outro lado, Boschiero *et al.* (2020) conduziram um estudo em solos tropicais ácidos, onde a aplicação de nitrato de amônio resultou em aumentos significativos de produtividade de colmos variando de 7% a 25% ao longo de cinco anos. Essa constatação reforça a importância da escolha adequada da fonte de nitrogênio e do manejo das práticas agrícolas.

Além desses, Zeng *et al.* (2020), observaram que a aplicação adequada de fertilizantes nitrogenados não apenas melhora a eficiência do uso de nitrogênio mas também potencializa a produtividade da cana e do açúcar, em suas recomendações, sugeriram a aplicação de 300 kg/ha de ureia para cana-planta e 150 kg/ha para as safras de soca ressaltando a importância do manejo na adubação nitrogenada.

Por sua vez, Silva *et al.* (2020) concluíram que, para a variedade de cana-de-açúcar IACSP95–5000, a ureia se mostrou superior ao nitrato de amônio na absorção de nitrogênio do solo, especialmente nas doses de 30 e 180 kg N/ha. As doses ideais de 136,87 kg N/ha para nitrato de amônio e 137,92 kg N/ha para ureia resultaram em um aumento médio de 25,87% na produtividade em relação ao controle evidenciando que o solo é a principal fonte de nitrogênio para a cana.

Finalmente, Moreira *et al.* (2021) investigaram o impacto do nitrogênio em aspectos fenotípicos da cana-de-açúcar utilizando ureia tratada com NBPT e nitrato de amônio. Os resultados indicaram que as doses de nitrogênio não apenas melhoraram a absorção de nitrogênio mas também promoveram um crescimento mais vigoroso dos colmos demonstrando que a aplicação adequada de fertilizantes pode favorecer a coloração das folhas e o acúmulo de biomassa sem comprometer a produtividade.

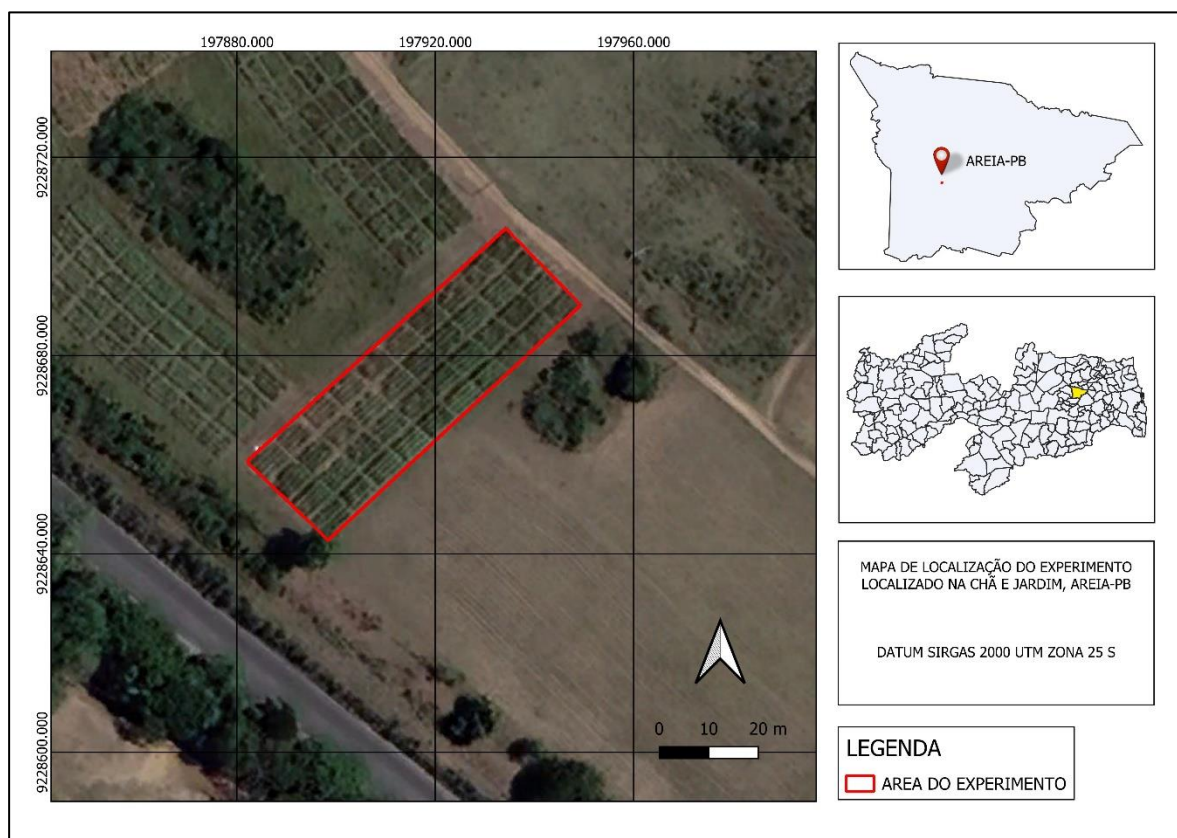
Essas evidências destacam a complexidade e a variabilidade nas respostas da cana-de-açúcar ao nitrogênio sugerindo que mais pesquisas são necessárias para otimizar o uso de fertilizantes e compreender melhor suas interações com diferentes cultivares e condições de cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente a Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Areia, Paraíba, Brasil ($6^{\circ} 57' 42''$ S, $35^{\circ} 41' 43''$ W, e uma altitude de 573 m) De acordo com a classificação de Köppen, a região de estudo apresenta um clima do tipo AW', com condições quente e úmida e precipitação anual variando entre 1.000 e 1.400 mm (ALVARES *et al.*, 2013). A área total utilizada para o experimento foi de aproximadamente 1700 metros quadrados, e, na Imagem 1, é possível observar a localização experimental

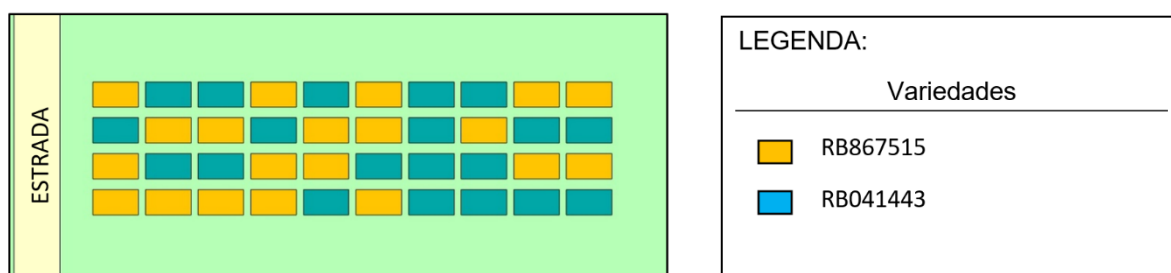
Imagem 1 - Planta de localização do experimento.



Fonte: Autor, Qgis.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizado (DBC), no fatorial 2 x 5 (sendo duas cultivares e cinco doses). Em cada bloco, cinco parcelas foram plantadas com a variedade de cana-de-açúcar RB867515 e cinco com a RB041443, como pode ser observado na Figura 5.

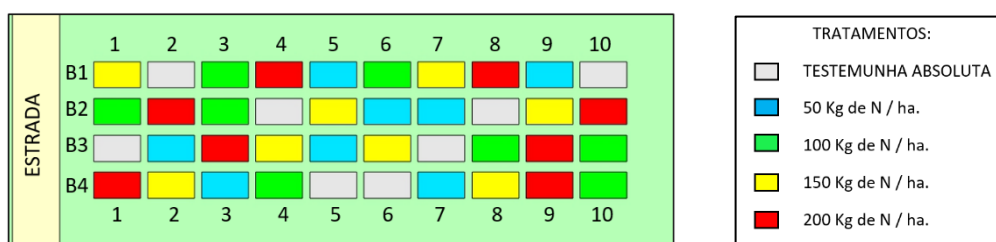
Figura 5 - Distribuição das variedades



Fonte: Própria (2024).

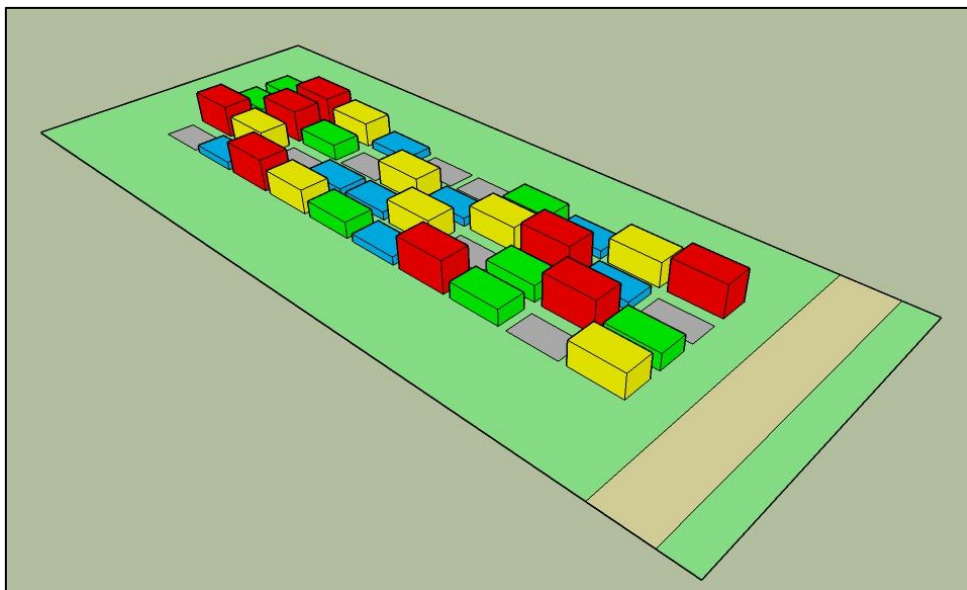
Cada variedade de cana foi submetida a quatro doses distintas de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 Kg por hectare), além de uma parcela de controle sem aplicação de nitrogênio para cada variedade conforme a Figura 6 e 7.

Figura 6 - Distribuição das doses.



Fonte: Própria (2024).

Figura 7 - Representação 3D das aplicações em cada parcela.



Fonte: Própria (2024).

3.2 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Inicialmente, a preparação da área experimental envolveu um levantamento das cultivares já existentes no local (Figura 5). Este levantamento foi baseado em estudos anteriores realizados no mesmo talhão o que fundamentou a distribuição das dosagens de ureia, as canas utilizadas no experimento tinham aproximadamente 7 meses de idade na data de início do experimento, com base nas informações coletadas que a colheita anterior tinha sido realizada na data de 25 de agosto de 2022.

3.3 PREPARO DAS DOSAGENS

As dosagens de nitrogênio foram estabelecidas em 50, 100, 150 e 200 Kg de N/ha^{-1} , utilizando ureia como fonte, a qual contém 45% de nitrogênio. As quantidades de ureia foram ajustadas proporcionalmente para a área de cada parcela experimental (Figura 8). Com o auxílio de uma balança (Imagem 3), as doses foram separadas em pequenos sacos plásticos, contendo as quantidades exatas para cada tratamento (Imagem 4).

Fonte: Própria (2024).

3.3 APLICAÇÃO NO ENSAIO

A aplicação de nitrogênio foi realizada no dia 25 de março de 2023, utilizando ureia em sacos com dosagens precisas, conforme determinado pelo croqui de aplicação (Figura 6), distribuído uniformemente afastado aproximadamente 15 cm da base do colmo ao longo da linha implantada com a cana-de-açúcar (imagem 5 e 6). Essa aplicação ocorreu durante o período chuvoso, quando as plantas tinham aproximadamente 210 dias de idade, pois um dos objetivos deste trabalho é verificar se, em um estágio avançado, os tratamentos ainda exercem algum efeito sobre a cultura, estando na fase de crescimento que de acordo com os dados publicados por Azevedo e Mielezrski (2020), essa fase varia de 150 a 270 dias. No mesmo dia da aplicação, houve a incidência de chuva, o que favoreceu a solubilidade da ureia na solução do solo, permitindo a absorção pelas raízes antes que o elemento fosse perdido por volatilização.

Imagem 5 - Disposição da ureia ao longo da linha.



Fonte: Autor.

Imagem 6 - Distribuição da ureia ao longo da linha.

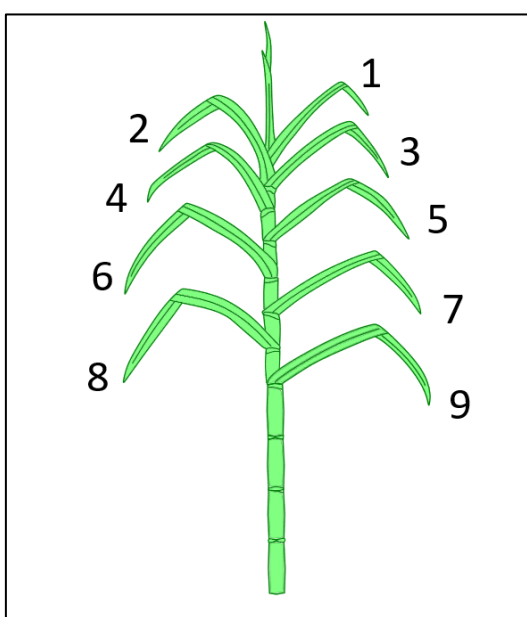


Fonte: Autor.

3.4 PARÂMETROS ANALISADO

Os parâmetros de avaliação do experimento foram divididos em duas fases principais de coleta de dados. A primeira avaliação foi realizada em 06 de maio de 2023, aos 254 dias de idade das plantas, incluindo a contagem do número de folhas (Figura 9), que leva em consideração a contagem de folhas abertas e fotossinteticamente ativas.

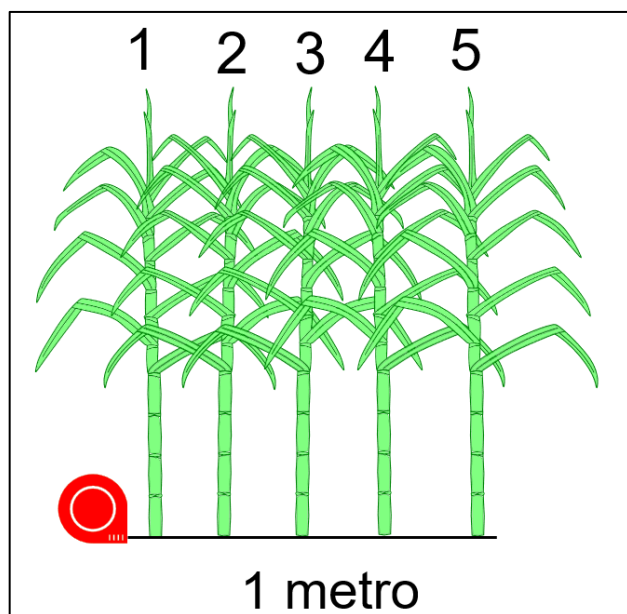
Figura 9 - Contagem do número de folhas



Fonte: Própria (2024).

A quantificação de plantas por metro linear (Figura 10) foi realizada com o auxílio de uma trena, delimitando uma distância de 1 metro ao longo da linha de plantio e contando a quantidade de plantas presentes nesse intervalo.

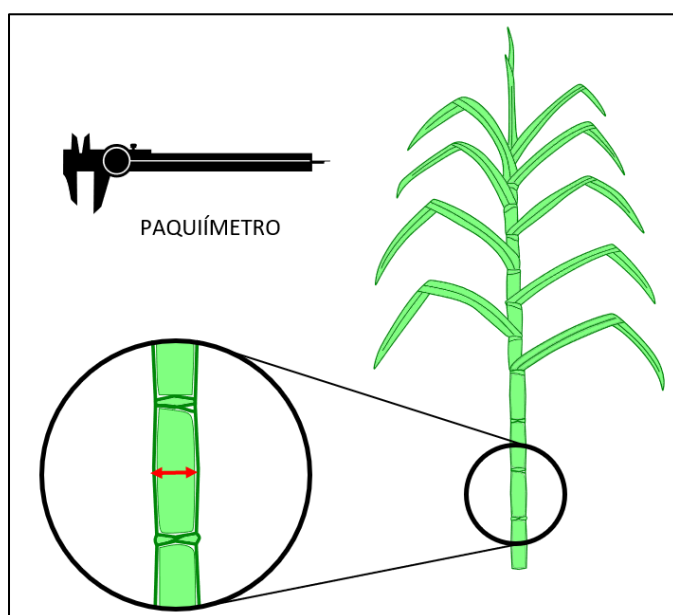
Figura 10 - Plantas por metro linear



Fonte: Própria (2024).

A medição do diâmetro do colmo (Figura 11) é realizada com o auxílio de um paquímetro, aferindo o diâmetro na parte central do entrenó do colmo da cana-de-açúcar.

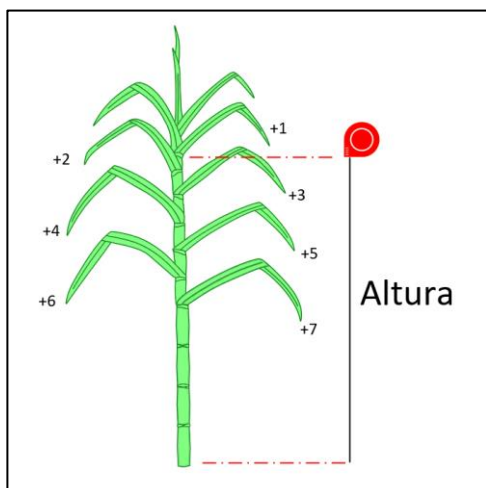
Figura 11 - Medição diâmetro do colmo.



Fonte: Própria (2024).

A determinação da altura da planta conforme ilustrado na Figura 12, é feita da superfície do solo até a folha +1 (com o colar totalmente aberto e visível), utilizando uma trena.

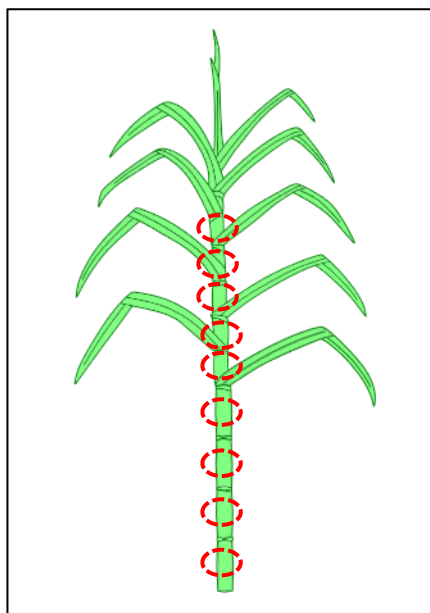
Figura 12 – Altura da planta até a folha +1.



Fonte: Autor, adaptado.

Por fim, para determinar o número de entrenós (Figura 13), é realizada a contagem visual da quantidade de entrenós presentes no colmo da cana.

Figura 13 – número de entrenós



Fonte: Autor, adaptado.

A segunda avaliação ocorreu em 15 de julho de 2023, aos 324 dias de idade, onde foram repetidas as medições iniciais e adicionadas a leitura do grau Brix e a

determinação da produtividade em toneladas de cana por hectare (TCH) das duas linhas centrais, devido ao florescimento prolongado observado que indicava o momento de colheita.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi conduzida utilizando o software R versão 4.4.1 (R Core Team, 2024), com a aplicação da análise de variância (ANOVA) para identificar os efeitos significativos dos fatores investigados. Foram realizadas análises de variância para diversas variáveis de resposta, incluindo altura da planta, teor de Brix e número de entrenós, entre outras. Além disso, foi realizada a comparação de médias com o ajuste para comparações múltiplas de Tukey a 5% nas variedades, bem como contrastes polinomiais para as doses aplicadas.

4 RESULTADOS

Altura da planta

Na primeira avaliação os resultados indicam que houve um efeito significativo dos blocos ($p < 0.001$), o que sugere que as diferenças entre os blocos experimentais influenciaram diretamente a altura da cana. Além disso, a variedade de cana também foi um fator relevante ($p = 0.03$), mostrando que variedades distintas apresentaram diferenças na altura até a folha +1. No entanto, a aplicação de diferentes doses de nitrogênio não causou variação significativa na altura dessa planta ($p = 0.57$). A interação entre variedade e dose de nitrogênio também não foi significativa ($p = 0.38$), indicando que o efeito das doses de nitrogênio não variou entre as variedades. O coeficiente de variação (CV) foi de 6.4%, indicando alta precisão experimental e baixa variabilidade nos dados. Na segunda avaliação, o efeito do bloco foi altamente significativo ($p < 0.001$), assim como o efeito da variedade ($p < 0.001$). Isso significa que tanto as diferenças entre blocos quanto as variedades de cana tiveram um impacto significativo na altura da planta. No entanto, tal como na altura da primeira folha, as doses de nitrogênio aplicadas não mostraram efeito significativo ($p = 0.67$). A interação entre variedade e dose

também não foi significativa ($p > 0.22$). O CV foi de 5%, o que reforça a precisão dos dados conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) da Altura da planta.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif, Codes
BLOCOS	3	0,81786	0,27262	16,32090	3,00E-06	***
VARIEDADES (V)	1	0,29791	0,29791	17,83470	0,0002447	***
DOSE	4	0,03976	0,00994	0,59500	0,6692561	
VARIEDADE X DOSE	4	0,10169	0,02542	1,52190	0,2238567	
RESIDUOS	27	0,45100	0,01670			
CV%	5,0					

Teor de Brix (brix)

Os resultados mostraram que nenhum dos fatores avaliados — bloco, variedade ou dose de nitrogênio — apresentou efeitos significativos sobre o teor de Brix da cana-de-açúcar ($p > 0.30$ para o bloco e variedade; $p > 0.88$ para a dose). Também não houve interação significativa entre variedade e dose ($p > 0.19$). O coeficiente de variação foi de 6.4%, indicando uma baixa variação nos dados, embora não tenha havido efeitos significativos como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para o Grau Brix.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif. Codes
BLOCOS	3	7,3640	2,4547	1,2843	0,2998	
VARIEDADES (V)	1	2,1160	2,1160	1,1071	0,3020	
DOSE	4	2,2360	0,5590	0,2925	0,8803	
VARIEDADE X DOSE	4	12,4940	3,1235	1,6342	0,1945	
RESIDUOS	27	51,6060	1,9113			
CV%	6,4					

Diâmetro do Colmo

Na primeira avaliação o bloco influenciou significativamente o diâmetro do primeiro colmo ($p < 0.001$), assim como a variedade ($p < 0.001$). Isso indica que tanto as diferenças entre os blocos experimentais quanto entre as variedades afetaram o diâmetro do colmo. Contudo, as doses de nitrogênio não mostraram impacto significativo ($p > 0.99$), e a interação entre variedade e dose também não foi significativa ($p > 0.21$). O CV foi de 7.5%, sugerindo uma precisão moderada. Na segunda avaliação os resultados semelhantes foram observados para o diâmetro do colmo, com blocos e variedades mostrando efeitos altamente significativos ($p < 0.001$). No entanto, as doses de nitrogênio ($p > 0.32$) e a interação entre variedade e dose ($p > 0.078$) não apresentaram efeitos significativos. O CV também foi de 7.5%, mantendo a consistência em termos de precisão experimental de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) para o diâmetro do colmo.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif. Codes
BLOCOS	3	0,75316	0,25105	7,34040	0,0009467	***
VARIEDADES (V)	1	1,53664	1,53664	44,92900	3,40E-07	***
DOSE	4	0,16736	0,04184	1,22330	0,3241742	
VARIEDADE X DOSE	4	0,32256	0,08064	2,35780	0,0787476	
RESIDUOS	27	0,92344	0,03420			
CV%	7,5					

Número de Entrenós

Na primeira avaliação o bloco ($p < 0.001$) e a variedade ($p < 0.01$) influenciaram significativamente o número de entrenós da cana. Por outro lado, as doses de nitrogênio ($p > 0.52$) e a interação variedade x dose ($p > 0.19$) não demonstraram efeitos significativos. O coeficiente de variação foi de 6.1%, confirmando a boa precisão experimental para essa variável. Na segunda avaliação embora o bloco tenha apresentado um efeito significativo ($p < 0.001$) sobre o

número de entrenós da cana, a variedade ($p > 0.22$) e a dose de nitrogênio ($p > 0.81$) não mostraram significância. Da mesma forma, a interação entre variedade e dose também não foi significativa ($p > 0.99$). O CV foi de 6.1%, indicando boa precisão experimental, como indicado na Tabela 4.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para o número de entrenó.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif, Codes
BLOCOS	3	56,34700	18,78230	13,10970	1,80E-05	***
VARIEDADES (V)	1	2,20900	2,20900	1,54180	0,225	
DOSE	4	2,28000	0,57000	0,39780	0,8084	
VARIEDADE X DOSE	4	0,13600	0,03400	0,02370	0,9988	
RESIDUOS	27	38,68300	1,43270			
CV%	6,1					

Número de Folhas

Na primeira avaliação o número de folhas foi influenciado significativamente pelo bloco ($p < 0.001$), mas nem a variedade ($p > 0.46$) nem as doses de nitrogênio ($p > 0.38$) apresentaram efeitos significativos. A interação entre variedade e dose também não foi significativa ($p > 0.40$). O CV foi de 15.9%, indicando maior variabilidade nos dados, o que pode ter reduzido a precisão dos resultados conforma a Tabela 5.

Tabela 5. Análise de variância (ANOVA) para o número de folhas

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif, Codes
BLOCOS	3	50,41900	16,8063	31,8413	5,15E-09	***
VARIEDADES (V)	1	0,28900	0,28900	0,54750	0,4657	
DOSE	4	2,26600	0,56650	1,07330	4,389	
VARIEDADE X DOSE	4	2,20600	0,55150	1,04490	0,4026	
RESIDUOS	27	14,25100	0,52780			
CV%	15,9					

Na segunda avaliação assim como observado no número de folhas da primeira, o bloco teve um efeito significativo ($p < 0.001$), enquanto a variedade ($p > 0.13$) e a dose de nitrogênio ($p > 0.68$) não apresentaram efeitos significativos. A interação entre variedade e dose também não foi significativa ($p > 0.76$). O CV foi elevado (80.4%), indicando grande variabilidade e baixa precisão experimental. Isto pode ter ocorrido devido ao estágio da planta no período em questão, em que a maioria das folhas já havia secado por senescência.

Plantas por Metro Linear

Tanto o bloco ($p < 0.05$) quanto a variedade ($p < 0.01$) tiveram efeitos significativos no número de plantas por metro linear. No entanto, as doses de nitrogênio ($p > 0.77$) e a interação variedade x dose ($p > 0.21$) não foram significativas. O CV foi de 17.3%, indicando uma variabilidade maior nos dados como indicado na Tabela 6.

Tabela 6. Análise de variância (ANOVA) para plantas por metro linear.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif. Codes
BLOCOS	3	53,0190	17,673	4,4267	0,011775	*
VARIEDADES (V)	1	39,0060	39,0060	9,7702	0,004212	**
DOSE	4	7,2120	1,8030	0,4516	0,770293	
VARIEDADE X DOSE	4	24,7120	6,1780	1,5475	0,216815	
RESIDUOS	27	107,7940	3,9920			
CV%	17,3					

Tonelada de Cana por Hectare (TCH)

Embora o efeito do bloco não tenha sido significativo ($p > 0.54$), tanto a variedade ($p < 0.001$) quanto a dose de nitrogênio ($p < 0.05$) mostraram-se significativas para a variável tonelada de cana por hectare, indicando que tanto as variedades quanto a aplicação de nitrogênio influenciaram a produtividade da cana-de-açúcar. A interação entre variedade e dose não foi significativa ($p > 0.10$). O CV foi de 10.3%, sugerindo moderada precisão nos dados (Tabela 7).

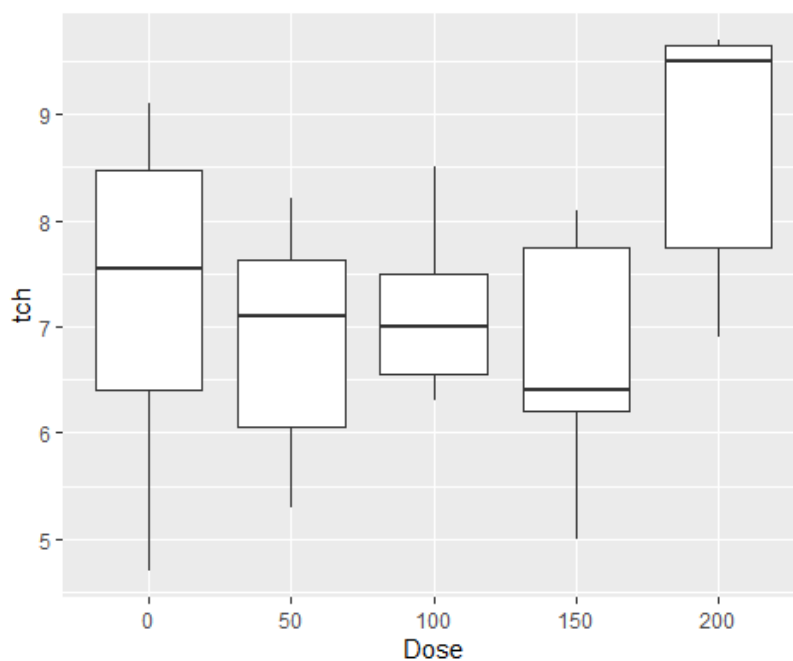
Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) para o TCH.

FV	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)	Signif. Codes
BLOCOS	3	2,0782	0,6927	0,7329	0,5445557	
VARIEDADES (V)	1	14,3090	14,3090	15,1377	0,0009082	**
DOSE	4	13,6251	3,4063	3,6036	0,0228009	*
VARIEDADE X DOSE	4	8,3960	2,0990	2,2206	0,1033101	
RESIDUOS	20	18,9050	0,9453			
CV%	10,3					

- **Df:** Graus de liberdade.
- **Sum Sq:** Soma dos quadrados.
- **Mean Sq:** Média dos quadrados.
- **F Value:** Valor de F para o teste de significância.
- **Pr(>F):** Valor-p para o teste de significância.
- **Signif. Codes:** Códigos de significância (** para $p < 0.01$, * para $p < 0.05$).

Ainda sobre a produtividade, o Gráfico 1 abaixo mostra o desempenho da dosagem na produtividade média de ambas as variedades.

Gráfico 1. Produtividade média com base na dosagem.



Fonte: Autor.

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostram que a altura da folha +1 foi influenciada significativamente pelas variedades de cana-de-açúcar e, embora as doses de nitrogênio tenham mostrado relevância em pesquisas anteriores, como na de Silva (2020), neste experimento os blocos e a variedade mostraram-se significativos, mas as doses de nitrogênio não tiveram efeito. Essa discrepância pode sugerir que as variedades de cana respondem de maneira semelhante em diferentes condições, enquanto o impacto do nitrogênio pode ser dependente das condições experimentais ou das doses utilizadas.

Silva (2020) também observou efeitos significativos de variedades e doses de nitrogênio no teor de Brix, mas neste estudo não foram encontrados efeitos significativos para nenhum dos fatores. Isso pode indicar uma menor variação genética entre as variedades testadas ou a necessidade de diferentes condições de manejo para se observar essa resposta. De forma semelhante, Gomes *et al.* (2017) indicaram que a interação entre fontes e doses de nitrogênio teve um impacto significativo na produtividade de colmos, com o nitrato de amônio demonstrando maior eficácia em doses de 60 e 120 kg ha⁻¹, embora ambos se equivaleram nas doses de 180 kg ha⁻¹.

Além disso, o impacto do diâmetro do colmo, conforme relatado por Silva (2020), também se refletiu nos resultados do presente estudo, que apresentou significância para blocos e variedades, mas não para nitrogênio. Essa diferença pode destacar a importância das condições de solo ou dos fatores ambientais em cada local de pesquisa. Boschiero *et al.* (2020) corroboram essa perspectiva ao evidenciar que a fertilização nitrogenada em solos tropicais ácidos resultou em aumentos significativos na produtividade da cana-de-açúcar, reforçando a relevância do manejo adequado.

Em relação ao número de entrenós, Silva (2020) reportou resultados variados, com um impacto mais forte das variedades. No presente estudo, a significância foi observada apenas para blocos na primeira avaliação, enquanto na segunda, apenas blocos mostraram-se significativos. Essa inconsistência pode sugerir flutuações nas condições experimentais ou interações complexas não

totalmente exploradas. Moreira *et al.* (2021) também observaram que a aplicação de diferentes fontes de nitrogênio resultou em rendimentos similares de colmos, indicando que a escolha da fonte fertilizante pode ser tão relevante quanto a variedade em questão.

Por fim, estudos anteriores, como os de Zeng *et al.* (2020), enfatizaram que a aplicação adequada de fertilizante nitrogenado não apenas melhora a eficiência do uso de nitrogênio, mas também potencializa a produtividade da cana e do açúcar. No presente estudo, apesar de não haver efeito significativo do bloco no TCH, a variedade e as doses de nitrogênio mostraram-se relevantes, com ênfase na dosagem de 200 kg de N por hectare, que proporcionou um TCH de 51,3 t ha⁻¹ para a variedade 7515 e 41,1 t ha⁻¹ para a variedade 1443. Isso reforça a ideia de que a seleção da variedade é crucial para a produtividade da cana, enquanto o impacto do nitrogênio pode depender de doses e interações específicas com o solo.

6 CONCLUSÃO

As doses de nitrogênio aplicadas não afetaram significativamente a maioria das variáveis, exceto na tonelada de cana por hectare (TCH). Como mostrado no gráfico 2, a dose de 200 kg/ha foi especialmente eficaz, resultando em TCH de 51,3 t/ha para a variedade 7515 e 41,1 t/ha para a variedade 1443.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Julia Pera de; VOLOTÃO, Romilson de Almeida. **PRODUÇÃO NACIONAL DE FERTILIZANTES**. [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf. Acesso em: 29 set. 2024.
- ALMEIDA, Marcílio de; ALMEIDA, Cristina Vieira de. **MORFOLOGIA DA FOLHA DE PLANTAS COM SEMENTES**. Piracicaba, SP, 2018. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/morfologia_folha.pdf. Acesso em: 23 out. 2024.
- AMARAL, Adriane Leite do; SANTOS, João Messias dos; BARBOSA, Geraldo Veríssimo de Souza. **Denominação de Cultivares de Cana-deAçúcar como Suporte à Documentação e Utilização do Germoplasma Conservado**. 196. ed. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. ISSN 1678-1953. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142155/1/Doc-196.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.
- AZEVEDO, Marianne Costa de; MIELEZRSKI, Fabio. **CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA PARAÍBA**. In: MORFOLOGIA e fenologia da Cana-de-Açúcar. João Pessoa: Editora UFPB, 2020. cap. 2, ISBN 978-85-237-1493-2.
- BOSCHIERO, BN, MARIANO, E., TORRES-DORANTE, LO *et al.* **Efeitos do fertilizante nitrogenado no crescimento da cana-de-açúcar, estado nutricional e produtividade em solos ácidos tropicais**. *Nutr Cycl Agroecosyst* **117**, 367–382 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10705-020-10074-w>
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**, Brasília, DF, v. 11, n. 4 abril 2024.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**, Brasília, DF, v. 12, n. 1 abril 2024.
- FERNANDES, MARIANA C. S. *et al.* **AVALIAÇÃO DO CONSUMO, PRODUÇÃO, MERCADO MUNDIAL E IMPACTOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS**. [S. l.], 2022. XL CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS. Disponível em: <https://www.enemp2022.com.br/trabalhos finais/PET19.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.
- GOMES, F. H. F. *et al.* **PRODUTIVIDADE DE COLMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Flavio-Henrique-Ferreira->

Gomes/publication/320094618_PRODUTIVIDADE_DE_COLMOS_DA_CANA-DE-ACUCAR_SUBMETIDA_A_DIFERENTES_FONTES_E_DOSES_DE_NITROGENIO_EM_UM_LATOSSOLO_VERMELHO_DISTROFICO/links/5aec459b0f7e9b01d3e077d3/PRODUTIVIDADE-DE-COLMOS-DA-CANA-DE-ACUCAR-SUBMETIDA-A-DIFERENTES-FONTES-E-DOSES-DE-NITROGENIO-EM-UM-LATOSSOLO-VERMELHO-DISTROFICO.pdf. Acesso em: 14 out. 2024.

MOREIRA, L. A.; OTTO, R.; CANTARELLA, H. *et al.* **Fertilizantes à base de ureia versus nitrato de amônio para cultivo de cana-de-açúcar verde.** *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 21, p. 1329–1338, 2021. DOI: 10.1007/s42729-021-00443-x.

OLIVEIRA, Ricardo Augusto de; BARBOSA, Geraldo Veríssimo de Souza; DAROS, Edelclaiton (org.). **50 ANOS DE VARIEDADES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR 30 ANOS DE RIDESA.** Curitiba: UFPR, JUNHO 2021. RIDESA. Disponível em: https://www.ridesa.com.br/_files/ugd/242756_f3e42975bd9a42589327663cde52e255.pdf. Acesso em: 25 set. 2024.

PRANDO, André Mateus *et al.* **FORMAS DE UREIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 2, p. 621-632, 2012.

PESSOA, Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade *et al.* **Dinâmica temporal da produção de cana-de-açúcar em um município do Brejo Paraibano, Brasil (1995–2019).** *Scientific Electronic Archives*, 29 out. 2021. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1451>. Acesso em: 1 out. 2024.

RIDESA (ed.). **Catálogo Nacional de Variedades “RB” de Cana-de-Açúcar: RB867515 Uma variedade que venceu desafios.** Curitiba: RIDESA, 2010. Disponível em: https://www.ridesa.com.br/_files/ugd/097ffc_e328a69f7b78434088b21262cab3c75f.pdf. Acesso em: 4 out. 2024.

RIDESA. **LIBERAÇÃO NACIONAL DE VARIEDADES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR: RB041443.** [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.ridesa.com.br/_files/ugd/242756_f1dc01845dad4c7592b49fa2e8359e40.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.

SILVA, NELMÍCIO FURTADO DA *et al.* **Aproveitamento de nitrogênio proveniente de nitrato de amônio e fertilizante de ureia pela cana-de-açúcar irrigada no Latossolo Cerrado brasileiro.** *Agricultura*, v. 10, n. 8, p. 323, 2020. DOI: 10.3390/agriculture10080323.

SILVA, SORAYA FREITAS. **EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.** [S. l.], 2020. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_13/2021-04-28-05-52-03Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20-%20Soraya%20Freitas%20Silva.pdf. Acesso em: 13 out. 2024.

SIMON, Elis Daiani Timm. **Caracterização genotípica e fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar coletados no sul do Brasil**. [S. l.], 2019. Disponível em: https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/4520/TESE_Elis_Simon%20Oficial.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 29 set. 2024.

TERUEL, D. A. *et al.* **Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions**. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 54, p. 39-44, 1997.

VIDAL, Maria de Fatima. AÇÚCAR: v. 9, n. 338, maio, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2707>. Acesso em: 02 out. 2024.

VIDAL, Maria de Fátima. ETANOL: v. 9, n. 340, maio, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2734>. Acesso em: 03 out. 2024.

ZENG, X.-P. *et al.* **Long-term effects of different nitrogen levels on growth, yield, and quality in sugarcane**. *Agronomy*, v. 10, n. 3, p. 353, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10030353.