



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS DE ALMEIDA ALVES ARARUNA

**EFICIÊNCIA DO USO DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS NA CANA-
DE-AÇÚCAR**

AREIA

2023

LUCAS DE ALMEIDA ALVES ARARUNA

**EFICIÊNCIA DO USO DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS NA CANA-
DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Fábio Mielezrski

AREIA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A662e Araruna, Lucas de Almeida Alves.

Eficiência do uso de biológicos e químicos na
cana-de-açúcar / Lucas de Almeida Alves Araruna. -
Areia, 2023.

39 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Defensivos. 3. RB041443. 4.
Saccharum spp. 5. Produtividade. I. Mielezrski, Fábio.
II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635 (02)

LUCAS DE ALMEIDA ALVES ARARUNA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA - PB

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 24/10/2023

“Título: Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar em resposta à utilização de diferentes fungicidas”

Autor: Lucas de Almeida Alves Araruna

Banca Examinadora:

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

Mes. Lucile José Morais de Almeida
Examinador(a) – UFPB

Mes. Magaly Morgana Lopes da Costa
Examinador(a) – UFPB

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre hei de louvar por tudo que passei e passarei no decorrer da minha vida. Até aqui me ajudou a conquistar o que jamais pensei ter ou merecer. A conclusão do curso foi com muita garra e oração todas as noites antes de dormir, pedindo sabedoria e discernimento para enfrentar o que estava a me esperar. Obrigado, Deus e Nossa Senhora de Fátima, por todos os momentos de força e alegria.

À minha família que nunca saiu do meu lado nos momentos em que mais precisei, que me ensinou a respeitar, amar o próximo e ser uma pessoa de caráter. Agradeço ao meu pai Edivanilton Alves Araruna, a quem puxei a paixão pela cana-de-açúcar, por todos os ensinamentos, por nunca ter deixado nada faltar para nossa família, por sempre buscar nos oferecer o melhor em educação e conforto. Obrigado, minha mãe, Sandra Maria de Almeida Alves Araruna, por me ensinar a ser forte nos momentos que mais precisei, sua fé e perseverança é espelho para qualquer ser humano que está enfrentando problemas de saúde, a senhora é um milagre e lavarei sua história a qualquer lugar que eu for. À minha avó, Maria da Penha, a mulher mais guerreira que eu já conheci na minha vida.

À minha noiva, Letícia Medeiros, que sempre me incentivou a buscar o melhor para o nosso futuro, que vibra comigo nas pequenas e grandes alegrias.

Aos meus amigos que construí ao longo da minha jornada acadêmica, um grande abraço para: João Antônio, Wellington Jr, Edivaldo Barbosa, Mayra Alves, Lucilo Morais, Magaly Morgana, quero levar essa amizade para o resto da vida.

Em especial, para meus amigos que chegaram junto comigo à conclusão do curso, são eles: João Victor Ribeiro e Sthefany Vasconcelos, a quem devo imensa gratidão por todo o incentivo e noites de estudos para realizar nosso grande sonho.

Ao GESUCRO, o qual tive a honra de ser presidente e abriu muitas portas para minha vida profissional. Comandar um grupo desse porte não é fácil, mas nossa ótima diretoria e membros mantivemos o nível do grupo elevado como sempre de ser.

Ao meu orientador Fábio Mielezrski, o qual me estendeu a mão me dando oportunidade de ser seu bolsista PIBIC e me orientou durante boa parte da minha jornada acadêmica.

À Usina Monte Alegre, em especial à Guilherme Cordeiro, o qual foi meu supervisor durante o meu estágio supervisionado obrigatório, me dando a

oportunidade de crescer profissionalmente e pessoalmente durante os três meses que passei na usina.

RESUMO

Dentre as práticas de manejo da cultura da cana-de-açúcar, observar as questões de controle relacionadas a pragas e doenças é essencial para um resultado satisfatório na produção da planta. A utilização de fungicidas biológicos e químicos vem demonstrando cada vez mais sua importância a fim de melhorar a qualidade do plantio. Assim, o presente experimento teve como objetivo analisar a eficácia de fungicida químico e biológico no crescimento vegetativo da cana-de-açúcar cultivada no brejo paraibano. A fim de alcançar este objetivo, foi realizada uma pesquisa experimental considerando variáveis, como altura, diâmetro do colmo, número de plantas e número de entrenós. A posteriori, os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Bartlett). Os dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Friedman em nível de 5% de probabilidade. Nos gráficos gerados, oito gêneros de fungos se mostraram incidentes, sendo *Nigrospora sp.* e *Leptosphaeria sp.* os mais significativos. Desses dois conspícuos, foram gerados dados mais aprofundados, detalhando os tratamentos e a incidência. De forma que, o tratamento 6, AZOXTROBINA 120 g/L e TEBUCONAZOL 200 g/L em 1ª e 2ª aplicação na dose 0,5 L ha⁻¹, se mostrou o mais eficiente em controle de incidência e severidade das doenças. Todavia, os demais tratamentos obtiveram médio desempenho em determinadas análises, evidenciando a importância também do uso de biológicos. Para a variável Altura de plantas T2 e T5 acabaram sendo os mais responsivos, isso pode estar associado à fase de desenvolvimento de cada touceira de cana; O Diâmetro de colmo T4 foi o mais responsivo, quando aplicado as duas doses do fungicida químico e biológico. Tal resposta para isso pode estar ligada à maior eficiência utilizando ambos os produtos; OT5 se destacou mais que os outros em Números de perfilhos, isso pode estar associado às características morfológicas que apresentam um bom perfilhamento. Para a variável Número de entrenós, as condições climáticas foram mais favoráveis para T2, T3, T4, T5 e T6, sendo propícias para o desenvolvimento dos colmos, promovendo maior acréscimo em diâmetro. Para o parâmetro Toneladas de Cana por Hectare (TCH), os tratamentos que se sobressaíram em produtividade foram o T5 e T6. Diante disso, observa-se boa resposta sob as aplicações do fungicida em cana-soca cultivadas em condições de sequeiro no Brejo Paraibano.

Palavras-Chave: defensivos; RB041443; *saccharum spp*; produtividade.

ABSTRACT

Among the management practices of the sugarcane crop, observing the control issues related to pests and diseases is essential for a controlled result in the production of the plant. The use of biological and chemical fungicides is increasingly demonstrating its importance in order to improve the quality of planting. Thus, the present experiment aimed to analyze the effectiveness of chemical and biological fungicides on the vegetative growth of sugarcane cultivated in Brejo Paraibano. In order to achieve this objective, an experimental research was carried out considering variables such as, stem diameter, number of plants and number of internodes. A posteriori, the collected data were submitted to tests of normality of residues (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variance (Bartlett). Non-parametric data were analyzed using the Friedman test at a 5% probability level. In the graphs generated, eight genera of fungi were incident, with *Nigrospora* sp. and *Leptosphaeria* sp. the most significant. From these two conspices, more in-depth data were generated, detailing treatments and incidence. Thus, treatment 6, AZOXYSTROBIN 120 g/L and TEBUCONAZOL 200 g/L in the 1st and 2nd application at a dose of 0.5 L ha⁻¹, proved to be the most efficient in controlling the incidence and severity of illnesses. However, the other treatments had average performance in certain analyses, also highlighting the importance of using biological agents. For the variable Height of plants T2 and T5 died being the most responsive, this may be associated with the development phase of each sugarcane clump; The stem diameter T4 was the most responsive when applied both chemical and biological fungicide doses. Such an answer to this can be connected to greater efficiency using both products; T5 stood out more than the others in Tiller Numbers, this may be associated with the morphological characteristics that present a good tillering. For the variable Number of internodes, the climatic conditions were more comfortable for T2, T3, T4, T5 and T6, being propitious for the development of the culms, promoting a greater increase in diameter. For the parameter Tons of Sugarcane per Hectare (TCH), the treatments that stood out in terms of productivity were T5 and T6. In view of this, a good response is observed under the applications of the fungicide in ratoon cane cultivated in rainfed conditions in the Brejo Paraibano.

Keywords: defensives; RB041443; *saccharum* spp; productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estádios de desenvolvimento da cana	Pg. 17
Figura 2	Aparecimento das raízes da planta	Pg. 18
Figura 3	Desenvolvimento das raízes e dos brotos a partir das gemas	Pg. 19
Figura 4	Touceira da cana	Pg. 20
Figura 5	Maturação dos colmos	Pg. 21
Figura 6	Escala diagramática para avaliação foliar de severidade do fungo da ferrugem alaranjada (<i>Puccinia Kuehnni</i>) na cultura da cana-de-açúcar	Pg. 26
Figura 7	Incidência total de fungos detectados no teste de sanidade em folhas de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) variedade 'RB041443'	Pg. 27
Figura 8	Incidência de <i>Leptosphaeria</i> sp. e <i>Nigrospora</i> sp. em folhas de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) var. 'RB041443', submetidas a diferentes tratamentos com fungicidas. aplicação do produto B na dose 0,5 L ha ⁻¹ , T4: Produto A em 1. ^a aplicação na dose 0,3 L ha ⁻¹ + Produto B em 2. ^a aplicação na dose 0,5 L ha ⁻¹ , T5: Produto A em 1. ^a e 2. ^a aplicação na dose 0,3 L ha ⁻¹ , T6: Produto B em 1. ^a e 2. ^a aplicação na dose 0,5 L ha ⁻¹	Pg. 28
Figura 9	Area abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para mancha anelar (<i>Leptosphaeria</i> sp.) em cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) var. 'RB867515', submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. T1: Testemuha absoluta, T2: uma aplicação do fungicida Produto A na dose 0,3 L ha ⁻¹ , T3: uma aplicação do fungicida Produto B na dose 0,5 L ha ⁻¹ , T4: Produto A em 1. ^a aplicação na dose 0,3 L ha ⁻¹ + Produto B em 2. ^a aplicação na dose 0,5 L ha ⁻¹ , T5: Produto A em 1. ^a e 2. ^a aplicação na dose 0,3 L ha ⁻¹ , T6: Produto B em 1. ^a e 2. ^a aplicação na dose 0,5 L ha ⁻¹	Pg. 29
Figura 10	Altura de plantas de cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de aplicação foliar	Pg. 31
Figura 11	Diâmetro de colmo de cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de aplicação foliar	Pg. 32
Figura 12	Número de plantas de cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de aplicação foliar	Pg. 33
Figura 13	Número de entrenós de cana-de-açúcar submetida a diferentes doses de aplicação foliar	Pg. 34
Figura 14	Teor de sólidos solúveis (°BRIX) da variedade RB041443 submetida ao uso de fungicidas em cana-soca cultivada no Brejo Paraibano.	Pg. 35
Figura 15	Toneladas de cana-de-açúcar (TCH) da variedade RB041443 submetida ao uso de fungicidas em cana-soca cultivada no Brejo Paraibano	Pg. 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais pragas e doenças da cana-de açúcar	Pg. 22
Tabela 2	Distribuição dos tratamentos adotados no experimento	Pg. 24
Tabela 3	Estatística descritiva da avaliação biométrica de parâmetros produtivos com aplicação de fungicidas na variedade de cana-de-açúcar RB041443 cultivada no Brejo Paraibano	Pg. 30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	A HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL.....	14
3.1.1	A cultura da cana-de-açúcar na paraíba.....	15
3.2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	15
3.2.1	Morfologia e fenologia da cana-de-açúcar.....	16
3.3	PRINCIPAIS DESAFIOS DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	21
3.3.1	Pragas e doenças que acometem a planta.....	21
3.3.2	Formas de controle.....	22
3.3.3	Fungicidas biológicos.....	22
3.3.4	Fungicidas químicos.....	23
4	METODOLOGIA.....	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a agricultura e a agropecuária são as principais e mais antigas atividades do ser humano em busca do seu próprio sustento e sobrevivência. Na agricultura, especialmente, algumas culturas estão presentes desde os primórdios. A cana-de-açúcar, apesar de ser uma das produções que surgiram mais recentemente, tomou conta de vários lugares no mundo, em que a sua produtividade gera importância econômica e social (SILVA, 2019).

No Brasil, a chegada da primeira muda foi no início da década de 1530, mas somente a partir de 1650 que esta cultura começou a fazer do país um dos grandes produtores mundiais de cana, em que, atualmente, destaca-se produzindo cachaça, etanol e açúcar. As regiões brasileiras que mais produzem são o Centro-Sul e o Norte-Nordeste, que são fortes, especificamente, na produção de açúcar e etanol (CONAB, 2022).

Algumas questões podem ser identificadas como desafios na produtividade da cana-de-açúcar, como, por exemplo, o clima, as pragas e doenças, entre outros. Neste sentido, Barbosa (2019) entende que três fatores ditam a boa produtividade da cultura, sendo eles: agronômicos, ambientais e fisiológicos. Dentre os principais problemas relacionados à produtividade, estão os fatores agronômicos, ligados a pragas e doenças que afetam direta e negativamente a produtividade, trazendo grandes prejuízos para os pequenos e grandes produtores.

Identificar e tratar estas doenças e pragas é um verdadeiro obstáculo à produtividade satisfatória da cultivar, haja vista a busca em tratar e combater sem agredir a planta saudável ou mesmo o resto do plantio que não esteja sendo acometido pelo problema (EMBRAPA, 2016).

Assim, para a construção do presente trabalho, foi realizada, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica como base teórica, e, concomitantemente, uma pesquisa de campo, na cidade de Areia, localizada no Brejo Paraibano, onde a cultivar RB 041443 foi o objeto de estudo que recebeu fungicidas químico e biológico a fim de avaliar a eficácia de ambos no cultivo desta variedade.

2 OBJETIVO

Analisar a eficácia de fungicida químico e biológico na produtividade da cana-de-açúcar cultivada no brejo paraibano.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Após ser descoberta, a planta doce conhecida como cana-de-açúcar, ganhou espaço em todo o mundo, sendo utilizada para plantio em países distintos ao longo dos séculos. Foi justamente em meados de 1500 que a planta chegou ao país Portugal, que, devido à sua posição estratégica em meio às negociações europeias, recebia muitas novidades em termos de mercadoria, trazendo a cana-de-açúcar ao conhecimento de lugares diversificados (RODRIGO,2020).

Após estratégias e negociações de venda, a cana-de-açúcar foi, de fato, expandida, chegando, durante o século XVI ao Brasil, uma vez que Portugal foi quem descobriu as Américas e trouxe para ela tantas mercadorias que já eram conhecidas no continente Europeu (BUFON et al., 2021).

Tratando, especificamente, do Brasil, é possível apontar que, historicamente falando, a planta passou a ser cultivada no território nacional no século XVI, quando começou a ser produzida no atual Estado de São Paulo, no ano de 1532, levando em conta as condições climáticas da região, que favoreciam a produtividade satisfatória da planta (NOGUEIRA, 2016).

Na década de 1650, o país passou a ser, reconhecidamente, um grande produtor da cana-de-açúcar a nível mundial, liderando a lista de produtores da planta e ganhando destaque (TUTA, 2013). Após este início, observa-se que a indústria canavieira só cresceu no Brasil, ganhando cada dia mais força, e trazendo, ao Brasil, o título atual de maior produtor de cana-de-açúcar em todo o mundo, de maneira consagrada (VIAN, 2022).

Fazendo uma rápida análise a respeito dos dados mais atuais, entende-se que a cana-de-açúcar, para o Brasil, tem grande importância financeira e social, uma vez que, além de movimentar a economia do país, gera emprego e renda para médios e pequenos produtores. Além disso, considerando as condições climáticas e geográficas favoráveis do território brasileiro, entende-se que a planta é ideal para ser cultivada nas regiões do país, pois, além da cana-de-açúcar, outros derivados podem

ser citados, como etanol, açúcar, aguardente, rapadura, mel, entre outros subprodutos que variam de acordo com a cultura regional.

3.1.1 A história da cana-de-açúcar na Paraíba

A Região Nordeste é uma das maiores produtoras de cana-de-açúcar dentre as demais brasileiras. De acordo com o estudo de W. Silva (2019), o Estado da Paraíba tem uma participação que, apesar de altos e baixos ao longo dos últimos 30 anos, é considerada importante no cenário nordestino, sendo ainda bastante acanhada na participação do cenário nacional.

Questões climáticas de temperatura e volume de chuvas influenciam diretamente na produtividade da planta. No Estado da Paraíba, localizado na Região Nordeste, a produção depende bastante destas variáveis, uma vez que, independente do que é previsto para o ano, a planta precisa de determinada quantidade de água e de temperatura ideal para o seu desenvolvimento. Para evitar tais problemáticas, os produtores da indústria canavieira vêm tomando atitudes que permitam a solução destas questões, como a irrigação e o uso de Aeronaves Não Tripuladas (BUFON; et al., 2021).

O fato é que, de acordo com a Associação de Plantadores de Cana de Açúcar da Paraíba (ASPLAN) e com Mielezrski e Lopes (2020), o cultivo da planta na Paraíba vem apresentando tendências de crescimento na produtividade. Contudo, a Paraíba teve uma pequena diminuição na produção de cana-de-açúcar, fechando a safra 2021/22 com um volume de 5.687,959 toneladas de cana moída. Apesar da queda, os números corroboram com o estudo de Pessoa *et al.* (2021), que aponta o Brejo Paraibano como uma localidade que, além de grande produção, configura a importância do setor canavieira para os Municípios. Além disso, os autores reforçam a ideia de que esta cultura deve ser incentivada nestes locais.

3.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), planta muito conhecida e cultivada no Brasil, é conhecida por algumas características. Assim, faz-se necessário apresentar a sua classificação botânica, haja vista a mesma ser considerada alógama, em que ocorre a polinização de forma cruzada. Além disso, a planta faz parte da divisão *Magnoliophyta*, da Classe *Liliopsida*, da subclasse *Commelinidae*, da ordem

Cyperales, da família Poaceae, da tribo *Andropogonae* e da subtribo *Saccharininae* (ALVES, 2023).

Na atualidade, são plantadas canas caracterizadas como híbridos de algumas espécies, como *S. robustum*, *S. sinensis*, *S. Barberi*, *S. spontaneum*, e *S. officinarum*, tendo, cada uma, suas próprias características

No que diz respeito aos fatores climáticos e ambientais, Guimarães (2017) aponta que a cana-de-açúcar é considerada uma planta tropical em sua essência, adaptando-se facilmente ao clima brasileiro. Tendo em vista que sua produção é longa, de 12 a 18 meses, é fundamental que ela esteja preparada para as estações do ano, que, no Nordeste, são marcadas por períodos de chuva e mais amenos em relação ao clima, e períodos de estiagem com condições climáticas mais quentes.

A partir da informação de que a temperatura, o clima e a umidade são pré-requisitos fundamentais para a produtividade, o produtor rural deverá utilizar-se das mais variadas opções tecnológicas para que a sua produção canavieira não sofra com as diferenças das estações.

De acordo com estudos atualizados sobre o plantio da cana-de-açúcar, é possível citar três fatores que atuam junto com a produção da cana. De acordo com Barbosa (2019), são fatores agronômicos (pragas, doenças, nutrição etc), fatores ambientais (água, temperatura, radiação, umidade etc) e fatores fisiológicos (fenologia, fisiologia, genética etc).

O fato é que, ao longo dos anos, os estudos voltados à produção da planta ganharam força, chegando a melhoramentos genéticos capazes de tornar a cana mais resistente aos desafios do seu cultivo, como fatores climáticos, geográficos e volume de chuvas. Esses estudos resultaram numa quantidade muito maior de espécies da planta registradas oficialmente, sendo, uma delas, a variedade estudada na presente pesquisa, que é a RB 041443, lançamento da Ridesa (BOTELHO, 2019).

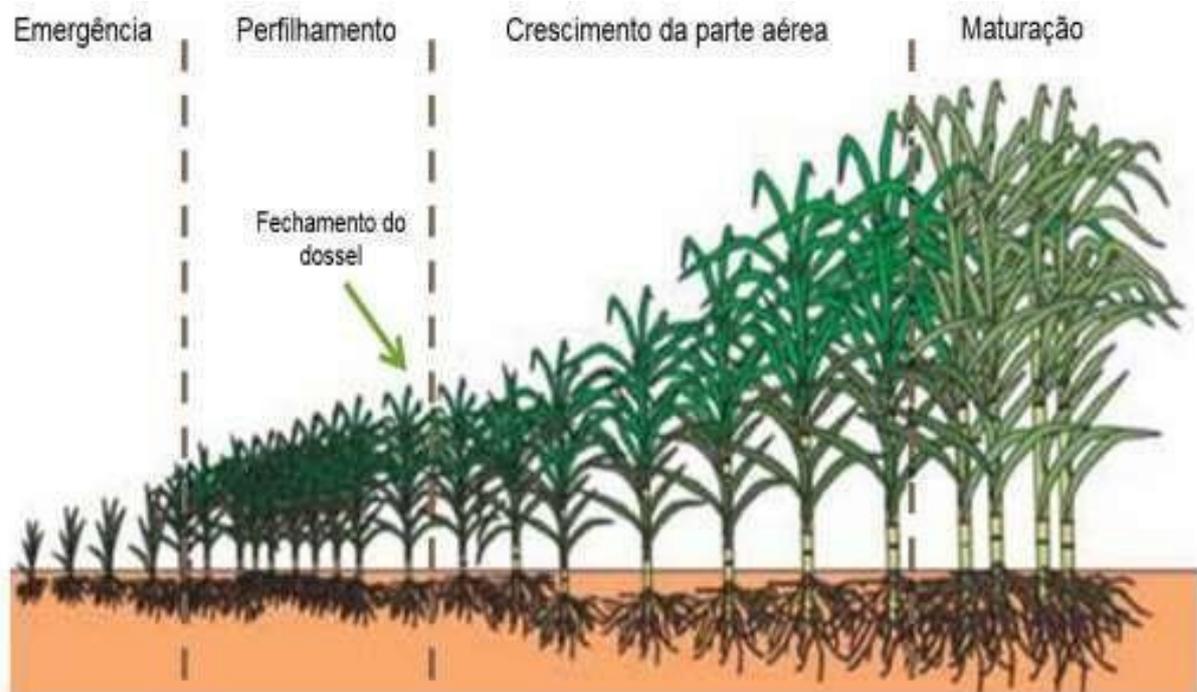
Contudo, Matos (2022) aponta que não basta o melhoramento da planta. Há necessidades conjuntas que precisam ser respeitadas para que o produtor consiga bons resultados em seu cultivo canavieiro.

3.2.1 Morfologia e fenologia da cana-de-açúcar

No que diz respeito à morfologia da cana-de-açúcar, é possível apontar que a planta é formada por: raízes, colmo, nó, gema, anel de crescimento, cicatriz foliar, zona radicular, entrenó, folha, lâmina foliar, bainha, inflorescência, flor e frutos. A planta desenvolve no formato de touceira, popularmente conhecido como moita. Na parte aérea da planta estão os colmos, o caule, as folhas, as inflorescências (flores em hastes) e os frutos; já na parte subterrânea estão as raízes e os rizomas, que se caracterizam como caules dentro do solo, de onde vem toda a reserva de nutrientes da planta, e onde estão os nós e entrenós (CASAGRANDE, 1991).

A cana-de-açúcar tem quatro estádios fenológicos que podem ser citados, quais sejam: a brotação e a emergência, onde a planta brota no solo; o perfilhamento, onde ocorrem o início do perfilhamento, a formação da touceira e o auge do perfilhamento; o crescimento dos colmos, onde ocorrem o crescimento radicular vigoroso e a definição da população final de colmos; e a maturação dos colmos, onde ocorrem a maturação inicial, a maturação do terço médio, a maturação final e a colheita (MONTEIRO, 2009).

Figura 1. Estádios de desenvolvimento da cana

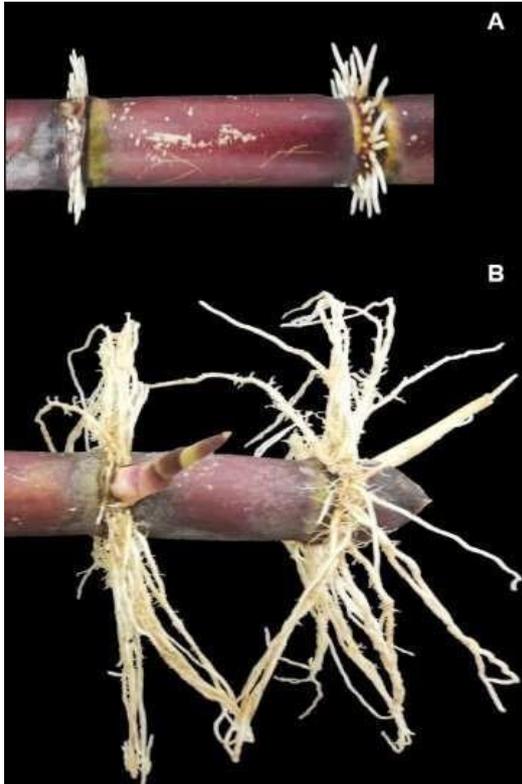


Fonte: Yara Brasil (2016).

Na fase da brotação e emergência, o broto da planta vai eclodir da gema, surgindo em direção à superfície entre 20 e 30 dias após ser plantada. Neste mesmo momento, há o surgimento das raízes do tolete. É importante ressaltar que o broto é caracterizado por um

mini caule que aparece na superfície do solo. Ainda nesta primeira fase, há fenômenos como enraizamento inicial e aparecimento das primeiras folhas (CASAGRANDE, 1991).

Figura 2. Aparecimento das raízes da planta



Fonte: EMBRAPA (2022).

A segunda fase, chamada de perfilhamento, pode ser subdividida em duas: início do perfilhamento e formação da touceira e auge do perfilhamento. Na primeira, os colmos são emitidos pela planta, sendo chamados de perfilhos. Surgem os brotos após 20 a 30 dias da emergência do colmo primário. Após isto, forma-se a touceira e a população dos colmos (EMBRAPA, 2022). Na segunda, há a cobertura do solo pelas folhas da cana-de-açúcar. Neste momento do cultivo, cada touceira possui o número máximo de perfilhos.

Figura 3. Desenvolvimento das raízes e dos brotos a partir das gemas



Fonte: EMBRAPA (2022).

Na terceira fase, denominada de crescimento dos colmos, há também uma subdivisão: crescimento radicular vigoroso e definição da população final de colmos. Quando o perfilhamento se desenvolve, os colmos continuam a crescer, aumentando em altura e juntando açúcar na base da planta. Este desenvolvimento se dá por meio de alguns fatores, como luz, umidade e calor (MOZAMBANI *et al.*, 2006).

No crescimento radicular vigoroso há maior intensidade de desenvolvimento nesta fase, aumentando lateralmente e para dentro do solo, o que faz com que as raízes alcancem seus 40 centímetros de profundidade e consigam absorver bem os nutrientes e a água necessários para o bom desenvolvimento. Já na definição da população final de colmos, o plantio atinge altura acima de três metros, considerando sempre as condições climáticas e de solo (EMBRAPA, 2022).

Figura 4. Touceira da cana



Fonte: Thomas (2015).

Na quarta e última fase, a maturação dos colmos, é onde ocorrem as últimas evoluções da planta: a maturação inicial, a maturação do terço médio, a maturação final e, por fim, há o momento da colheita. A maturação inicial se caracteriza pelo desenvolvimento intenso dos colmos sobreviventes do perfilhamento das touceiras; a maturação do terço médio se caracteriza pelo amarelar das folhas que comprovam a chegada do açúcar na altura média da planta; a maturação final se caracteriza pela maior maturação e menos desenvolvimento da planta, demonstrando a intensidade de armazenagem de açúcar (CASAGRANDE, 1991).

Figura 5. Maturação dos colmos



Fonte: Thomas (2015).

3.3 PRINCIPAIS DESAFIOS DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR

No que diz respeito aos fatores agronômicos, é possível apontar que as pragas e as doenças são grandes desafios para os produtores da indústria canavieira. Para Barbosa (2019) e Matos (2022), o prejuízo pode chegar a 80% do plantio, sendo essencial que os produtores estejam preparados com aparatos e profissionais capacitados que possam auxiliar no combate de pragas e doenças.

3.3.1 Pragas e doenças que acometem a planta

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2018), em seu Manual de Fitopatologias “Pragas e Doenças da Cana-de-Açúcar”, identifica as principais doenças e pragas que acometem a cana-de-açúcar, estando, as mesmas, dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais pragas e doenças da cana-de-açúcar

PRAGAS	DOENÇAS
Broca da cana (<i>Diatraea saccharalis</i>), Bicudo da cana (<i>Sphenophorus levis</i>), Cigarrinha das raízes (<i>Mahanarva fimbriolata</i>), Broca dos rizomas (<i>Migdolus fryanus</i>), Broca gigante (<i>Telchin licus</i>), Cupins, Lagarta desfolhadora (<i>Spodoptera litura</i>), Lagarta elasma (<i>E. lignosellus</i>), Formigas cortadeiras (<i>Attini</i>).	Mosaico (<i>Virus - SCMV</i>), Carvão (<i>Sporisorium scitamineum</i>), Escaldadura das folhas (<i>Xanthomonas albilineans</i>), Raquitismo da soqueira (<i>Leifsonia xyli subsp. xyli</i>), Estrias vermelhas (<i>Acidovarax avenae subsp. avenae</i>), Ferrugem marrom (<i>Puccinia melanocephala</i>), Ferrugem alaranjada (<i>Pulccinia kuehni</i>), Nematoides.

Fonte: CTC (2018).

3.3.2 Formas de controle

O controle biológico, por exemplo, baseia-se na ideia de utilizar os principais oponentes naturais da praga ou do inseto que transmite determinada doença, a fim de que, de forma natural e espontânea ocorra o controle. O controle biológico, além de mais barato, deixa menos danos na cultura e no meio ambiente, de acordo com a Associação dos Produtores de Cana do Vale do Rio Grande (APROVALE, 2021).

Os fungicidas são defensivos agrícolas utilizados no combate de fungos que estejam acometendo o plantio da cana-de-açúcar, gerando prejuízos ao produtor canavieiro. Sendo assim, estudos que evidenciam o uso de fungicidas químicos, ou biológicos, são de grande importância para manutenção do manejo integrado de doenças na cana-de-açúcar (Matos, 2022).

3.3.3 Fungicidas biológicos

A duração dos sistemas de plantio da cana-de-açúcar se enquadra na caracterização de semi perenes, o que faz com que os canaviais passem muito tempo ano expostos a condições diferentes, como fatores bióticos e abióticos (BASF, 2022). Apesar de algumas variedades demonstrarem maior resistência aos desafios naturais dos plantios, é necessário utilizar ferramentas no manejo da planta, como a utilização de fungicidas (PARRA, 2019).

Nos plantios de cana-de-açúcar, a atuação dos fungicidas enquanto protetores serve para intimidar os fungos agindo contra a planta, servindo como um verdadeiro bloqueio no

ciclo de vida do fungo. Assim, de maneira a prevenir ou a tratar, o fungicida busca a qualidade do cultivo e o resguardo da sua boa produtividade (CTC, 2018).

A cultura da cana-de-açúcar vem utilizando o controle biológico cada vez mais em todo o Brasil. Nesta forma de controle, os nematocidas e fungicidas biológicos e microrganismos que contribuem para o desenvolvimento radicular da cana atualmente são *Trichodermas*, *Bacillus*, *Pochonia*, *Azospirillum* e *Paecilomyces* (PARRA, 2019).

Assim, segundo o que aponta a Revista Cultivar (2020), as pulverizações com os fungicidas devem começar após o período de início das brotações, pois, dessa forma, há melhoraria da emergência e da infecção inicial, o que impacta direta e positivamente na produção (TCH) t/ha.

3.3.4 Fungicidas químicos

Como já fora dito, os fungicidas atuam na inibição da ação de fungos na planta. Como o próprio nome sugere, os fungicidas químicos são aqueles que, cientificamente produzidos, combatem, de maneira química (diferente do fungicida biológico e natural), os fungos que acometem os plantios canavieiros (PARRA, 2019).

O autor utilizou os produtos duas vezes, sendo uma aos 5 meses e a outra 32 dias após a primeira aplicação.

Ao fim, Danelon (2021) observou que as combinações azoxystrobina + ciproconazol, piraclostrobina + fluxapiraxade, azoxystrobina + benzovindiflupir e azoxystrobina + mancozeb foram as que demonstraram um aumento na produtividade (TCH) da cultivar de cana estudada. Assim, o uso de produtos químicos em diferentes momentos da cultura pode interferir positivamente na produtividade da planta, justificando o uso de fungicidas.

No que diz respeito à aplicação, o manejo deve ocorrer de acordo com as orientações de cada produto a ser utilizado. No experimento, o manejo de aplicação ocorreu de forma tardia, pois o fungo já estava instalado na planta. Foram associados os fungicidas químico e biológico, sendo aplicados via foliar (LOPES, 2016; VILELA *et al.*, 2012).

4 METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa foi implantado na Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Município de Areia, localizado

na Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Brejo Paraibano, com as coordenadas geográficas 6°58'12" S e 35°42'15" W Gr, e altitude de 618 m.

A temperatura média oscila entre 18 e 29° C com precipitação média anual de

1.305 mm. O clima predominante na região é Aw', segundo a classificação de Peel *et al.* (2007), caracterizando-se como tropical, com os maiores índices pluviométricos nos meses de junho e julho.

Para o experimento, a cultivar utilizada foi a RB041443. Cada parcela do experimento foi constituída por 4 sulcos de 8 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 1,2 m e entre parcela de 1,0 m com área de 28,8m² por parcela (3,6mx 8m), resultando em área total de 1.007 m² (19m x 53m).

Foram utilizados dois fungicidas, um microbiológico (PRODUTO A) e um químico de ação sistêmica (PRODUTO B), cuja composição do produto A se dá por (*Bacillus pumilus* CNPSO 3203; *Bacillus velezensis* CNPSO 3602 e *Bacillus subtilis* CNPSO 2720) e o produto B por (AZOXISTROBINA 120 g/L e TEBUCONAZOL 200 g/L).

O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos, totalizando 24 unidades experimentais, onde cada repetição constitui-se de quatro linhas de 8 metros de comprimento.

O trabalho foi instalado em um canavial de cana-soca, cultivado desde junho de 2021, para a socaria foi seguido o seguinte delineamento:

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos adotados no experimento.

Denominação do tratamento	Quantidade de aplicações	Dosagem por aplicação
T1 – Testemunha	Sem aplicação	0
T2 – Produto A	Uma aplicação	0,3 L.ha ⁻¹
T3 – Produto B	Uma aplicação	0,75 L.ha ⁻¹
T4 – Produto A + Produto B	Duas aplicações	0,3 L.ha ⁻¹ + 0,75 L.ha ⁻¹
T5 – Produto A	Duas aplicações	0,3 L.ha ⁻¹
T6 – Produto B	Duas aplicações	0,75 L.ha ⁻¹

Foram realizadas aplicações foliares dos fungicidas em todos os tratamentos, exceto a testemunha, respeitando os intervalos de 30 dias após o aparecimento do primeiros

sintomas, resultando em um volume de calda de aproximadamente $150 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$. As pulverizações foram realizadas por meio de pulverizador costal com 20 litros de capacidade a partir das 16 horas da tarde, sendo este o horário mais recomendado para reduzir perdas, e a aplicação feita seguindo as recomendações das empresas fornecedoras dos produtos.

Durante o período de desenvolvimento vegetativo da cultura, foram demarcadas e avaliadas 5 plantas dentro das duas linhas centrais de cada parcela, sendo avaliados os seguintes parâmetros: número de folhas (NF) contando todas as folhas fotossinteticamente ativas; altura de plantas (AP), utilizando-se régua graduada em centímetros, mensuradas o comprimento da planta da base até a lígula da folha +1; diâmetro do colmo (DC), com o paquímetro digital, graduado em milímetro; número de entrenós (NE) sendo contado cada entrenó da base do colmo até o início do palmito; comprimento de entrenó (CE); número de perfilhos por metro linear (NP) obtida através da contagem direta do número de perfilhos dispostos nas 2 linhas centrais de cada parcela, e tonelada de cana por hectare (TCH), mais uma variável analisada, a fim de verificar a produtividade da planta no canavial.

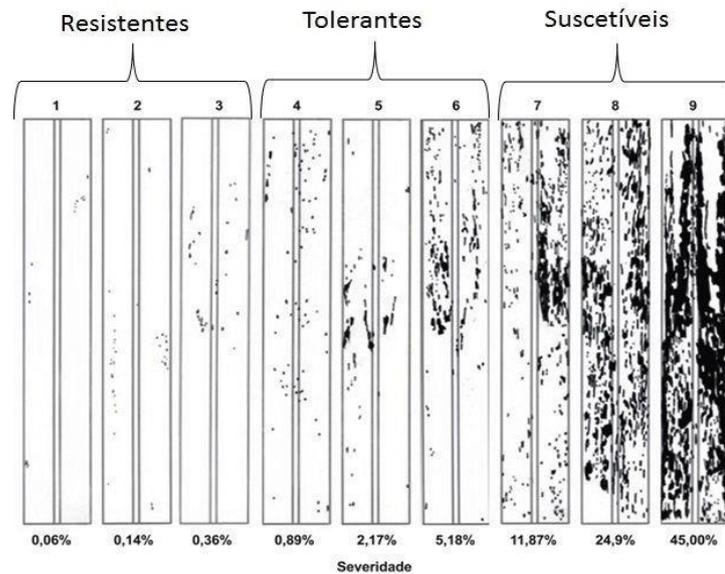
As avaliações foram realizadas a partir dos 60 dias após o plantio e repetidas em intervalos de 60 dias (60, 120, 180, 240 DAC), em um total de 4 avaliações no ciclo de cana-planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software estatístico R® (R Core Team, 2019).

4.1 VARIÁVEIS ANALISADAS

No dia 03 de abril de 2023, 17 dias após a primeira aplicação foliar, foi realizada uma análise de severidade de doenças fúngicas. Na qual foram analisadas 10 plantas aleatórias por parcela, a análise visual foi realizada com base na escala diagramática proposta por Klosowski et al. (2013), onde o nível de infestação poderia ser de 0 a 6. As observações foram minuciosas, quantificando as plantas doentes e qualificando o grau de infestação.

Figura 6: Escala diagramática para avaliação foliar de severidade do fungo da ferrugem alaranjada (*Puccinia Kuehinni*) na cultura da cana-de-açúcar. Klosowski et al. (2013).



No dia 19 de maio de 2023, um mês após a segunda aplicação dos produtos, foifeita uma segunda avaliação visual seguindo a mesma escala diagramática, com o intuito de identificar se a ação do fungicida teria tido resultados expressivos. Para que fosse realizada um análise laboratorial foi coletada 1 folha de 5 plantas das 10 plantas marcadas anteriormente. A posteriori, imediatamente as folhas foram levadas para o Laboratório de Fitopatologia do DCFS-CCA, onde, em cada folha, utilizando uma lâmina, cortou-se 3 pedaços de cerca de 1,5cm, no intermédio entre a parte saudável e a afetada planta e colocado em uma placa de Petri contendo meio de cultura.

Foram feitas ao todo 120 amostras e reservadas por 7 dias, para que os fungos tivessem tempo para se desenvolver. Após o tempo de incubação, as análises foram observadas em microscópio e as espécies de fungos identificadas.

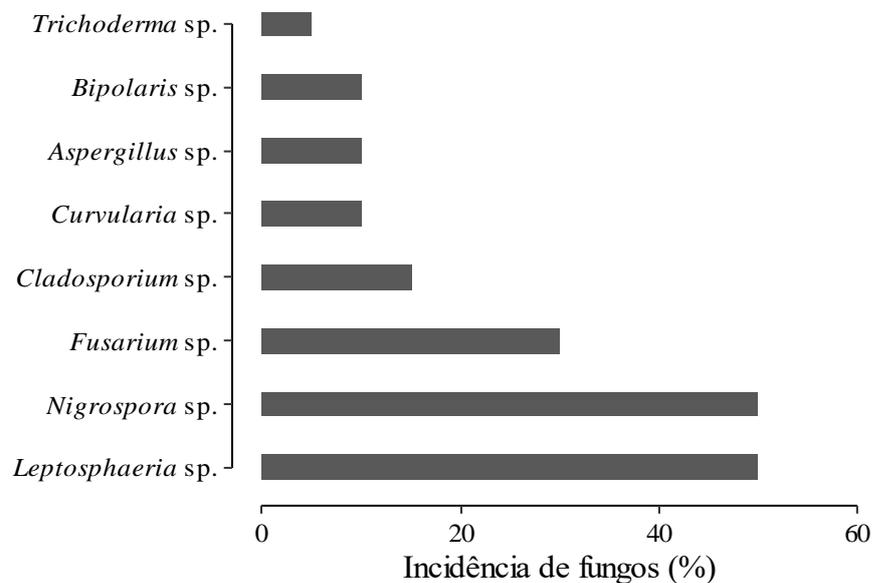
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Bartlett). Os dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Friedman em nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o software estatístico R[®] (R Core Team, 2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em primeira análise de avaliações de incidência, podemos observar oito tipos de gêneros diferentes de fungos (Figura 7) sendo eles: *Trichoderma sp.*, *Bipolaris sp.*, *Aspergillus sp.*, *Curvularia sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Nigrospora sp.* e *Leptosphaeria sp.* No entanto, apenas dois desses diferiram dos demais, apresentando mais de 40% de incidência.

Figura 7: Incidência total de fungos detectados no teste de sanidade em folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) variedade 'RB041443'.



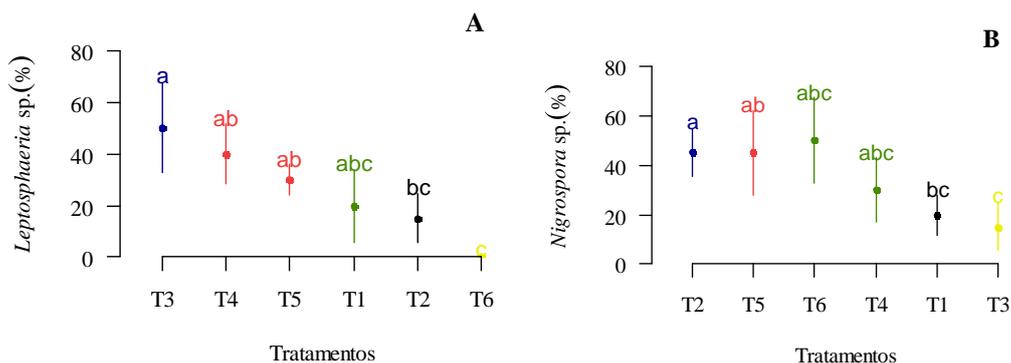
Dos dois resultados mais expressivos, foi realizada uma análise de incidência de fungos nos 6 tratamentos realizados. Quando analisada a incidência do fungo *Leptosphaeria sp.* observa-se um valor nulo (0) no T6, deixando explícito a eficácia das duas aplicações do produto B. No entanto, quando observado o T3, que consistem apenas uma aplicação do produto B, a incidência do fungo chega a 50%. Em contrapartida, na questão de aplicação única como ocorre no T2, o produto A mostrou-se superior em eficácia quando comparado a sua aplicação dupla no T5.

O fungo *Leptosphaeria sp.* é o fungo causador da mancha anelar, doença a qual foi observada nitidamente nas folhas analisadas, que se revela por meio de formações de manchas de dimensões diversas no limbo das folhas, sendo que essas manifestações não eram fielmente adotadas como várias variedades examinadas. Os esporos do fungo responsáveis pela doença são disseminados tanto pelo vento quanto pela ação das precipitações pluviais. É digno de nota que os danos decorrentes dessa enfermidade, em geral, não causam preocupações econômicas (Medeiros, 2019).

Resultados similares foram encontrados por Borges (2021) ao buscar compreender correlações entre os dados de incidência e gravidade das doenças nas plantações de cana-de-açúcar, a fim de relacionar tais informações com a produtividade obtida por cada cultivar, que obteve altos índices da mancha anelar em todos os 15 clones avaliados.

Com relação ao fungo *Nigrospora* sp. é um fungo filamentosos dematiáceos que possui ampla distribuição no solo, está presente em plantas em decomposição e sementes. Também é um dos contaminantes comuns de laboratório (MAMEDES, 2010). Quando observada a incidência da *Nigrospora* sp., nos tratamentos utilizados observamos uma maior eficiência no T3, quando há apenas uma aplicação do produto B. No entanto, quando essa aplicação dobra, no T6, é notável um resultado de alta incidência, cerca de 50%. O produto A em aplicação única (T2) e em dupla aplicação (T5) mostrou-se indiferente. Já a junção do produto A com o produto B, resultou em cerca de 30% de incidência.

Figura 8: Incidência de *Leptosphaeria* sp. e *Nigrospora* sp. em folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) var. 'RB041443'. submetidas a diferentes tratamentos com fungicidas. T1: Testemunha absoluta, T2: uma aplicação do produto A na dose $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, T3: uma aplicação do produto B na dose $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, T4: Produto A em 1.^a aplicação na dose $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ + Produto B em 2.^a aplicação na dose $0,5 \text{ L ha}^{-1}$, T5: Produto A em 1.^a e 2.^a aplicação na dose $0,3 \text{ L ha}^{-1}$, T6: Produto B em 1.^a e 2.^a aplicação na dose $0,5 \text{ L ha}^{-1}$.

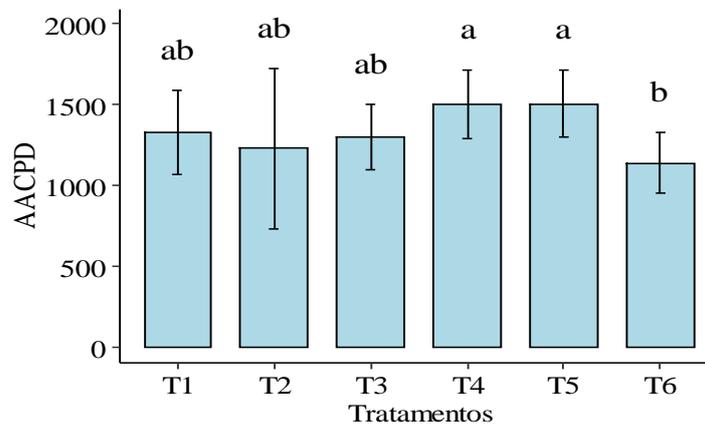


Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Friedman a 5% de significância.

Quando observamos a Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) descrita na figura 9 para a mancha anelar (*Leptosphaeria* sp.) é notório que a severidade é menor nas duas aplicações do produto B, em contrapartida, houve empate de maior severidade no T4 - Produto A e Produto B e no T5- que corresponde a a duas aplicações do

produto A. A testemunha T1, obteve uma média de severidade pouco abaixo da maior média obtida.

Figura 9: Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para mancha anelar (*Leptosphaeria* sp.) em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) var. 'RB867515', submetida a diferentes tratamentos com fungicidas. T1: Testemunha absoluta, T2: uma aplicação do fungicida Bombardeiro BIOTROP na dose 0,3 L ha⁻¹, T3: uma aplicação do fungicida Azimut ADAMA na dose 0,5 L ha⁻¹, T4: Bombardeiro BIOTROP em 1.^a aplicação na dose 0,3 L ha⁻¹ + Azimut ADAMA em 2.^a aplicação na dose 0,5 L ha⁻¹, T5: Bombardeiro BIOTROP em 1.^a e 2.^a aplicação na dose 0,3 L ha⁻¹, T6: Azimut ADAMA em 1.^a e 2.^a aplicação na dose 0,5 L ha⁻¹.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Friedman a 5% de significância.

O T2 e o T3 obtiveram os valores medianos em relação a severidade, explicitando a ação de média eficiência de uma aplicação do produto A e produto B isoladamente, sendo a aplicação do produto A pouco mais eficiente do que a do produto B, em contrapartida possui mais benefícios no solo por se tratar de microrganismos.

Os resultados obtidos por meio da estatística descritiva referente aos parâmetros biométricos e produtivos da cana-de-açúcar associado ao uso dos fungicidas estão descritos na Tabela 3.

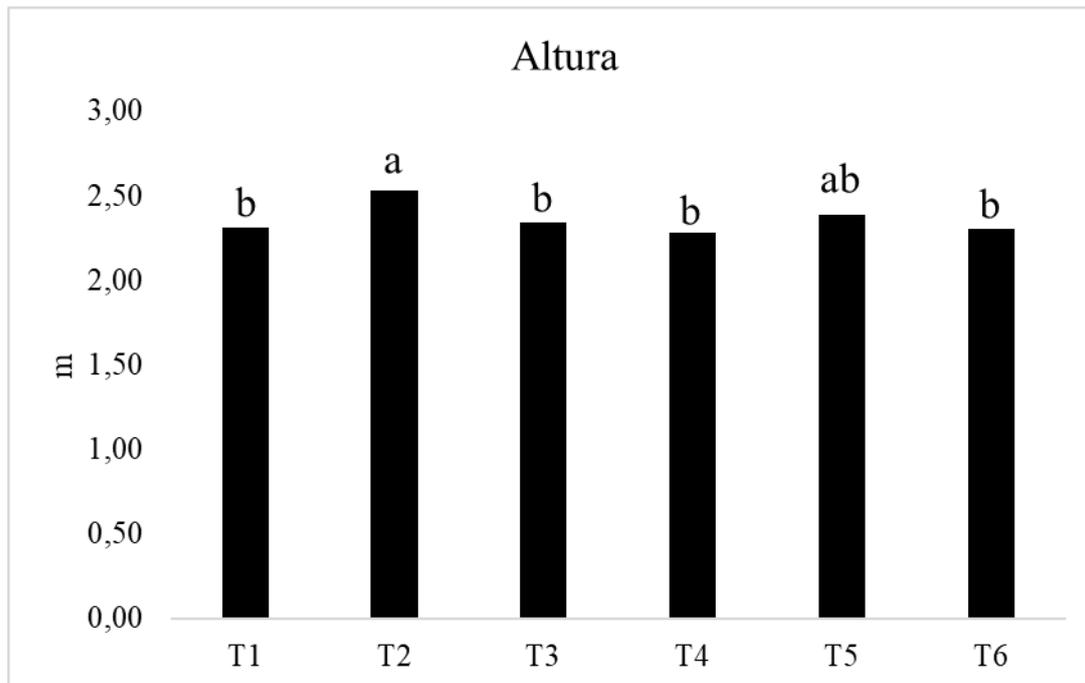
Tabela 3. Estatística descritiva da avaliação de produtividade e parâmetros comerciais com aplicação de fungicidas na variedade de cana-de-açúcar RB041443 no Brejo Paraibano.

Tratamentos	Parâmetros	H ¹	DC ²	NP ³	NE ⁴
		m	cm	m.L ⁻¹	
T1	Média	2,31b	1,78b	10,63b	15,25b
	Mediana	2,28	1,78	9,50	15,00
	Máximo	2,55	1,90	14,50	17,00
	Mínimo	2,13	1,64	9,00	14,00
	Desvio Padrão	0,19	0,12	2,63	1,26
	⁵ CV%	8,36	7,03	24,72	8,25
T2	Média	2,53a	1,79b	9,75c	16,55a
	Mediana	2,50	1,85	10,00	16,50
	Máximo	2,71	1,96	12,00	17,20
	Mínimo	2,40	1,50	7,00	16,00
	Desvio Padrão	0,15	0,20	2,40	0,64
	⁵ CV%	6,09	11,27	24,59	3,87
T3	Média	2,34b	1,59b	10,50b	16,45a
	Mediana	2,33	1,74	10,25	16,40
	Máximo	2,58	2,02	14,00	17,60
	Mínimo	2,14	0,84	7,50	15,40
	Desvio Padrão	0,24	0,52	2,68	0,91
	⁵ CV%	10,06	32,83	25,50	5,56
T4	Média	2,28b	1,93a	8,88c	15,70a
	Mediana	2,35	1,94	9,25	15,30
	Máximo	2,40	2,12	12,00	17,20
	Mínimo	2,03	1,72	5,00	15,00
	Desvio Padrão	0,17	0,18	3,07	1,01
	⁵ CV%	7,40	9,13	34,54	6,45
T5	Média	2,39ab	1,82a	12,33a	15,87a
	Mediana	2,52	1,86	11,50	15,80
	Máximo	2,64	2,26	15,00	16,00
	Mínimo	2,01	1,34	10,50	15,80
	Desvio Padrão	0,33	0,46	2,36	0,12
	⁵ CV%	14,00	25,35	19,16	0,73
T6	Média	2,31b	1,73b	11,00b	16,30a
	Mediana	2,29	1,69	11,25	16,20
	Máximo	2,44	2,06	13,50	17,20
	Mínimo	2,20	1,46	8,00	15,60
	Desvio Padrão	0,10	0,28	2,68	0,68
	⁵ CV%	4,33	16,49	24,34	4,19

Médias de tratamentos na mesma coluna com letras diferentes indica diferença estatística do atributo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ¹Altura; ²Diâmetro do colmo; ³Número de plantas; ⁴Número de entrenós; ⁵Coefficiente de variação. T1- Testemunha; T2- PRODUTO A na dose de 0,3 L/ha; T3- PRODUTO B na dose de 0,75 L/ha; T4- PRODUTO A na dose de 0,3 L/ha + PRODUTO B em segunda aplicação na dose de 0,75 L/ha; T5- PRODUTO A em primeira e segunda aplicação na dose de 0,3 L/ha; T6- PRODUTO B em primeira e segunda aplicação na dose de 0,75 L/ha.

Com relação à altura de plantas, observa-se que o T2 foi o que diferiu de todos os tratamentos, apresentando maior altura de plantas (Figura 10), o T5 também obteve resultado similar, entretanto não diferiu do T3, T4 e T6.

Figura 10. Altura de plantas de cana-de-açúcar submetida a aplicação de fungicidas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,5$). Areia-Paraíba, 2023.

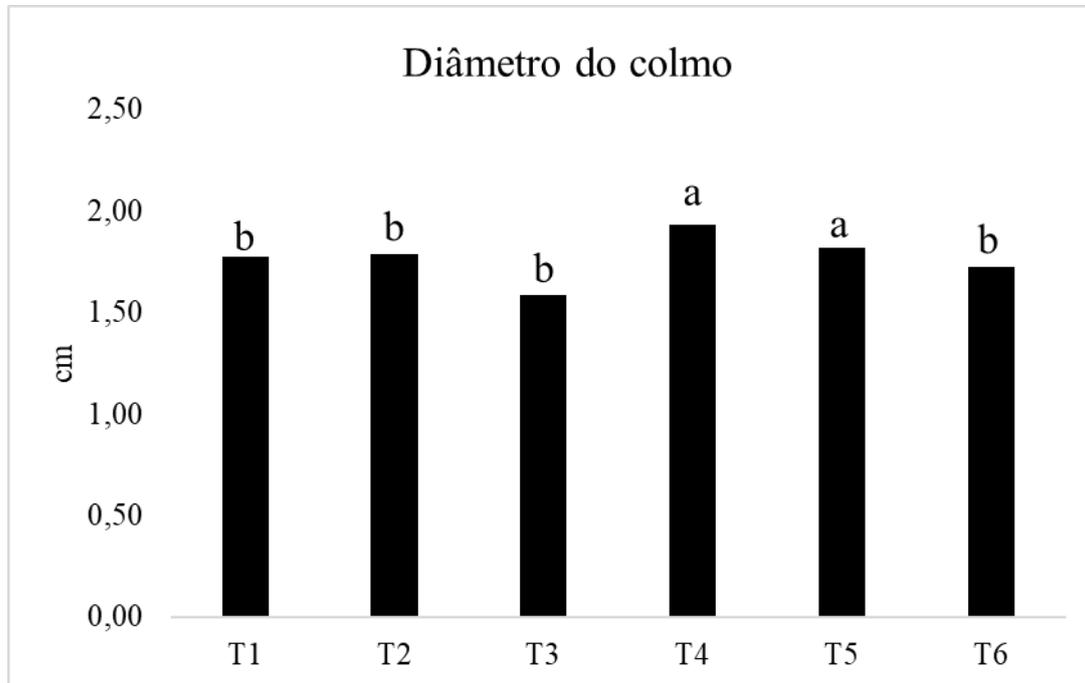


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No estudo de Diaz (2018), que se refere à cultura do algodão, apontou para bons resultados dos *Bacillus subtilis*, onde a pesquisa comprova que os bacilos têm capacidade de aumentar a altura da planta do algodoeiro. Também é possível citar o estudo de Chagas Júnior *et al.* (2021) que analisam os benefícios da *Bacillus sp.* na soja, apresentando um grande potencial em incrementar o crescimento e a altura da planta.

Já para o diâmetro de colmos, o tratamento mais responsivo foi o T4, na qual foram aplicados as duas doses do fungicida químico e biológico (Figura 11). Tal resposta para isso pode estar ligada à maior eficiência utilizando ambos os produtos, combatendo as doenças na área foliar, fornecendo maior área para fotossíntese e desenvolvimento vegetativo da planta.

Figura 11. Diâmetro de colmo de cana-de-açúcar submetida a aplicação de fungicidas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,5$). Areia-Paraíba, 2023.

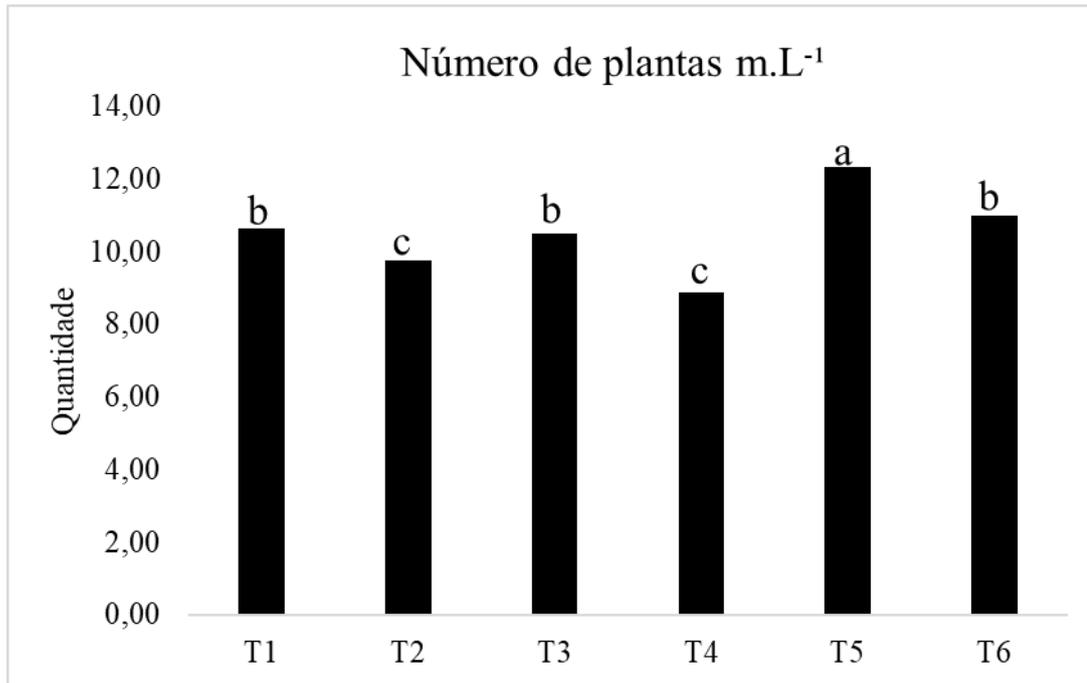


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No estudo de Valderrama (2020), que tem como objetivo de estudo o milho, corrobora para os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que na pesquisa realizada, restou comprovada a influência de *Bacillus sp.* no diâmetro de colmo, assim como na altura da planta, configurando a sua eficiência como promotor de crescimento da cultura estudada. É importante apontar ainda que no presente estudo a utilização dos dois fungicidas pode ter auxiliado na liberação de hormônios, uma vez que houve maior destaque na utilização de ambos do que na utilização de um deles.

Para a variável Número de plantas por metro linear (Figura 12), observou-se que, o T5 se destacou no maior número de plantas, isso pode estar associado à aplicação do biofungicida em primeira aplicação e logo após um mês, a segunda aplicação como o fungicida químico. Neste caso, o resultado se sobressaiu quando comparado aos demais, que foram aplicados separadamente.

Figura 12. Número de plantas de cana-de-açúcar por metro linear, submetida a aplicação de fungicidas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de ScottKnott ($p < 0,5$). Areia-Paraíba, 2023.

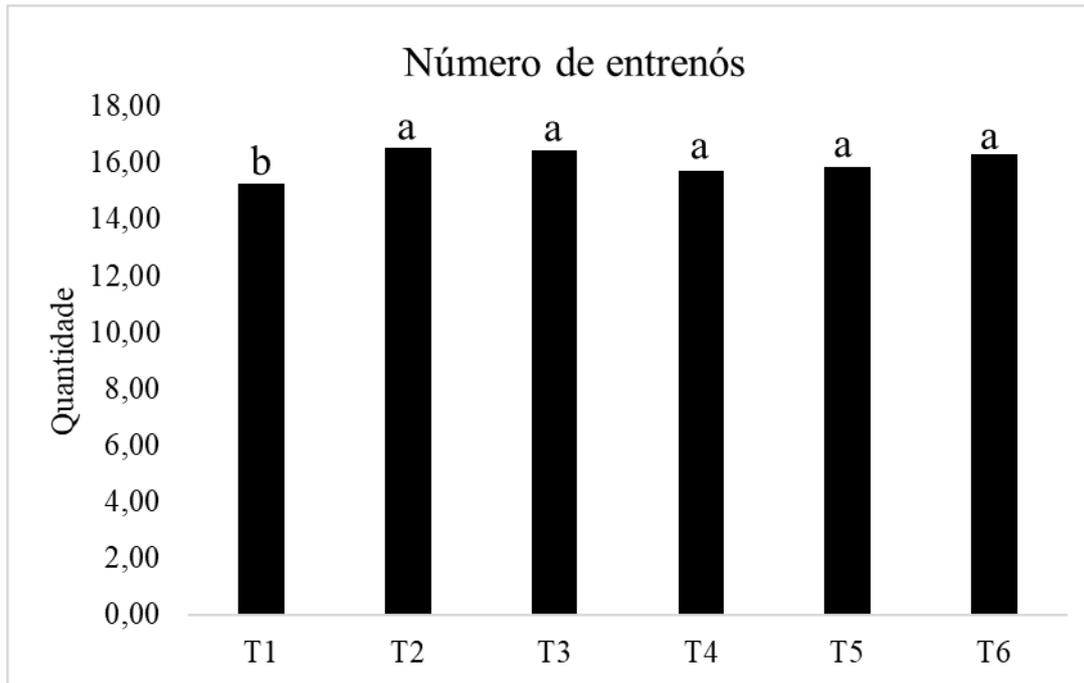


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na literatura disponível sobre o tema, não foi observada uma justificativa plausível para o número de perfilhos e as duas aplicações de fungicida no desenvolvimento (Brandi, 2015). No presente estudo, inclusive, é difícil correlacionar, uma vez que os fungicidas foram aplicados com a cana já desenvolvida. Contudo, há auxílio no combate de doenças, uma vez que o uso dos dois fungicidas demonstrou maior eficiência do que a utilização de um só.

Com relação a variável número de entrenós (Figura 13), nota-se que, todos os tratamentos foram superiores a testemunha, evidenciando que a aplicação dos fungicidas tanto químico como biológico, desempenharam efeito sinérgico nesse parâmetro biométrico da cultura

Figura 13. Número de entrenós de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de fungicidas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,5$). Areia-Paraíba, 2023.

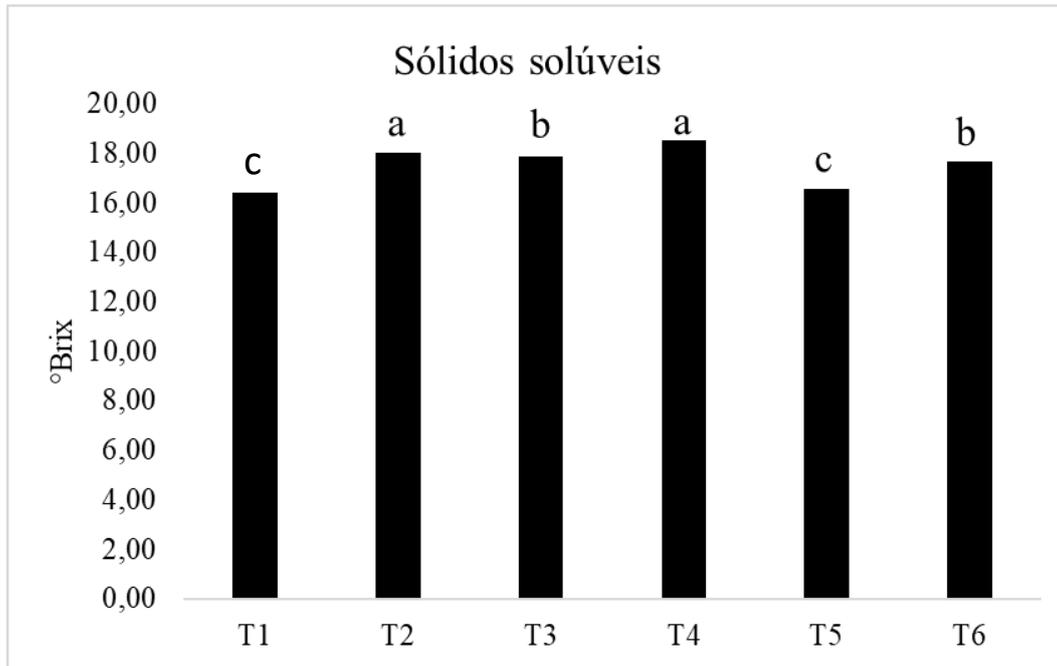


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

De acordo com Chagas Júnior *et al.* (2021), há grandes benefícios das bactérias *Bacillus* no crescimento de plantas. No estudo, os autores analisando o plantio de soja, e concluem pelos benefícios de *Bacillus sp.* para incrementar o crescimento das plantas, melhorar a altura da planta, o número de entrenós, o comprimento das raízes e a massa seca da parte aérea e raízes.

Analisando a Figura 14, referente ao Teor de Sólidos Solúveis (°BRIX) especificando os valores obtidos por tratamento, demonstrando que o T2 e T4 expressaram médias que variam entre 16° e 18° brix, sendo este um indicativo de maturidade e determinação de colheita da cana-de-açúcar.

Figura 14. Teor de sólidos solúveis (°BRIX) da variedade RB041443 submetida a uso de fungicidas em cana-soca cultivada no Brejo Paraibano.



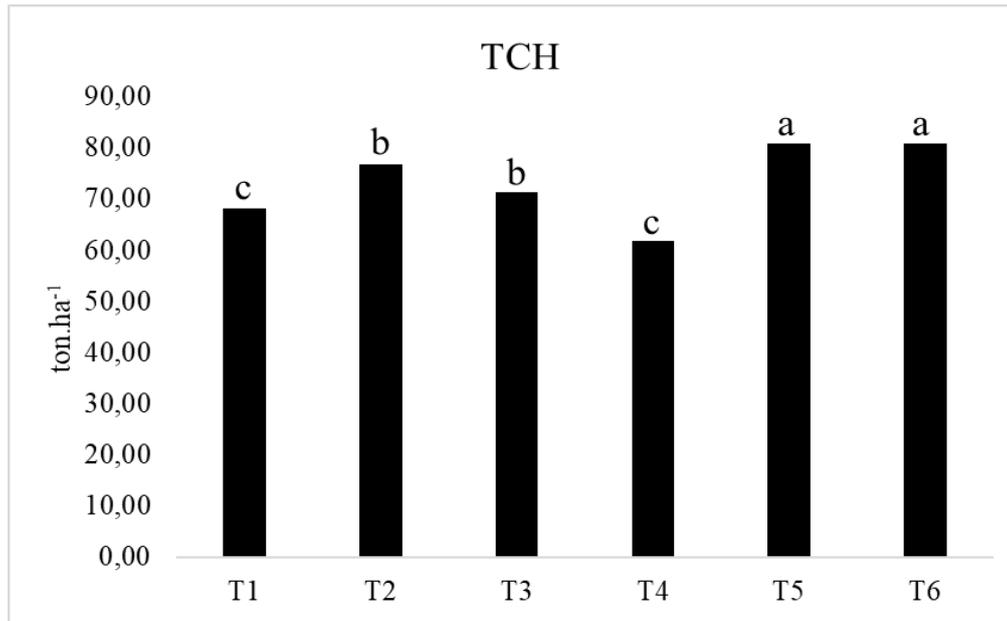
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

De acordo com Araújo (2019), o teor de sólidos solúveis do caldo é considerado um parâmetro de qualidade da cana, fundamental para seu processamento, sendo o valor médio inicial de 18° brix o grau de maturação ideal para fabricação de cachaça.

Observou-se que o uso dos tratamentos com o biofungicida composto pelas três cepas de *bacillus* proporcionou uma ação sinérgica proporcionando aumento do teor de sólidos solúveis, isso pode ser justificado provavelmente devido a ação multissítio promovida com o uso das bactérias, que agem protegendo a planta contra o patógeno e realizando a ativação de sínteses de sítios responsáveis pelas atividades fisiológicas na planta e transporte de açúcares, fazendo com que ela produza mais, aliviando os impactos de estresse e de outros fatores abióticos e atenuando uma resposta positiva perante ao ambiente (CACEFO e ARAÚJO, 2015)

Para o parâmetro toneladas de cana por hectare (TCH), os tratamentos que se sobressaíram em produtividade foram o T5 e T6 (Figura 15). Demonstrando que a aplicação do biofungicida promoveu incremento da produção similar ao fungicida químico, entretanto, o biológico propicia efeitos benéficos em longo prazo devido sua ação ser prolongada durante o ciclo de crescimento da planta, dentre outros fatores proporcionando uma biota favorável para o desenvolvimento e atuação de microrganismos benéficos no solo.

Figura 15. Toneladas de cana-de-açúcar (TCH) da variedade RB041443 submetida ao uso de fungicidas em cana-soca cultivada no Brejo Paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No estudo de Jangir *et al.* (2018) foram encontrados resultados semelhantes ao da Figura 11 sobre a produtividade, prevenindo a planta contra agentes biológicos. Assim, de acordo com o estudo, os tratamentos mais benéficos em ganhos de toneladas de cana por hectare foram o T5 e T6. Para Ambrosano *et al.* (2011), as práticas realizadas no manejo da cana são essenciais para uma boa produtividade do canavial. Além disso, tem se praticado, cada vez mais, um controle sustentável e natural, a fim de evitar altas doses de produtos químicos no plantio. Quando analisada a incidência do fungo *Leptosphaeria sp.* observa-se um valor nulo (0) no T5 e T6, deixando explícito a eficácia das duas aplicações do produto B.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação dos fungicidas, tanto químicos como biológicos resultaram em maior crescimento de plantas para os parâmetros biométricos estudados.

A utilização do biofungicida em conjunto ao fungicida químico apresentou melhor resposta no diâmetro do colmo.

Para o parâmetro Toneladas de Cana por Hectare (TCH), os tratamentos que se sobressairam em produtividade foram o T5 e T6, entretanto, também não diferiram entre si.

O uso de biopesticidas é uma alternativa sustentável e eficaz para controlar doenças de plantas e aumentar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar no microclima do brejo paraibano.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Emily Mirlene da Costa. **Desenvolvimento vegetativo de cana-de-açúcar sob a fixação biológica em associação de algas no brejo paraibano**. TCC - Agronomia - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. 2023, 45f.
- AMBROSANO, E J. *et al.* Cultivo de leguminosas e a produtividade de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.810-818, 2011.
- APROVALE. **Conheça a diferença entre controle químico e Controle biológico**. 2021. Disponível em: <https://aprovalefrutal.org.br/noticias/conheca-a-diferenca-entre-controle-quimico-e-controle-biologico/> Acesso em 18 jul, 2023.
- ASPLAN - Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba. **Jornal do Plantador**, Ano 10, n. 66, nov./dez. 2014.
- ADAMA. **Azimut**. 2022. Disponível em: <https://www.adama.com/brasil/pt/protecao-de-cultivos/fungicidas/azimut> Acesso em 20 jul. 2023.
- BARBOSA, Alexandrius de Moraes. **Manejo varietal em cana-de-açúcar**. 2019. Disponível em: <http://alexandriusmb.blogspot.com/2019/02/manejo-varietal-em-cana-de-acucar.html> Acesso em 2 mai. 2023.
- BASF. **Os Melhores Fungicidas para Cana-de-Açúcar**. Artigo online, 2022. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/cana-de-acucar/fungicida-cana.html> Acesso em: 01 out. 2023.
- BORGES, E. B. de. **Avaliações da produtividade de variedades de cana-de-açúcar correlacionada quanto a incidência e severidade de doenças**. 2021. 17-21f. Dissertação- Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2021.
- BIOTROP. **Bombardeiro**. 2021. Disponível em: <https://biotrop.com.br/produto/bombardeiro/> Acesso em 22 jul. 2023.
- BOTELHO, I. G. S. **O desenvolvimento e produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar em brejo de altitude no estado da Paraíba**. Areia – PB, Cento de Ciências Agrárias, UFPB outubro de 2019. 46f. (Monografia – Curso de Agronomia).
- BRANDI, F. **Formulações comerciais de bacillus spp. No controle de Podridão abacaxi da cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015, 64f.

BRUNINI, R. O. **Índice de estresse hídrico na cultura de cana-de-açúcar em superfícies irrigadas sobre diferentes exposições e declividades.** Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo – UNESP, 2016, 60p.

BUFON, Vinícius Bof; MAIA, Felipe Cardoso; PEREIRA, Rodrigo Moura. Sistema irrigado de produção de cana-de-açúcar no Brasil: história, mitos e desafios. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (org.). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura.** Piracicaba: ESALQ, 2021. Cap. 25.

CASAGRANDE, S.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar** Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA - CTC. **Pragas e doenças da cana-de-açúcar.** 2018. Disponível em: <https://ctc.com.br/produtos/wp-content/uploads/2018/07/Caderneta-de-Pragas-e-Doen%C3%A7as-da-Cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-CTC.pdf> Acesso em 22 mai. 2023.

CHAGAS JUNIOR, A. F. et al. Bacillus sp. COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM SOJA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n 2, p. 170-179, 2021.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: primeiro levantamento.** Brasília: CONAB, 2019. 62p.

Clima adverso impacta lavouras de cana e produção chega a 585,2 milhões de toneladas na safra 2021/22. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4592-clima-adverso-impacta-lavouras-de-cana-e-producao-chega-a-585-2-milhoes-de-toneladas-na-safra-2021>

22#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20cana%2Dde,Nacional%20de%20Abastecimento%20(Conab). Acesso em: 27 jun. 2023.

CTC - NIPE. **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil.** Figura 2-1: Localização das usinas de açúcar e bioetanol no Brasil (2005). Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/5Bioetanol+de+Cana+de+A%C3%A7%C3%BAcar+2009_6407.pdf Acesso em 27 jun. 2023.

DANELON, J. P. **UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS (Fungicida e Indutor de Resistência) NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS EM PRODUTIVIDADE E QUALIDADE.** Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp. 2021, 36f.

DIAZ, Paola Andrea Escobar. **Bacillus spp. como promotores de crescimento na cultura do algodão.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018, 46f.

EMBRAPA. **Pragas e doenças da cana estão entre os desafios para as usinas.**2016. Disponível em: [GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. \(Ed.\). **Crop-water relations.** New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15770435/pragas-e-doencas-da-cana-estao-entre-os-desafios-para-As-usinas#:~:text=integrado%20de%20pragas,Sphenophorus%20levis%20(bicudo%20da%20cana%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar)%2C,a%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20correta%20dessas%20pragas.Acesso em: 28 mai. 2023.</p>
</div>
<div data-bbox=)

GUIMARÃES, D. **Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de cana decana-de-açúcar em arranjos de espaçamentos entre fileiras no Cerrado.**

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Brasília, 2017.

JANGIR, M.; PATHAK, R.; SHARMA, S.; SHARMA, S. Biocontrol mechanisms of *Bacillus* sp., isolated from tomato rhizosphere, against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Biological Control**, v. 123, p. 60-70, 2018.

KLOSOWSKI, A. C.; MAY-DE-MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.;

STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1211-1215, 2016.

LOPES, A.; **Respostas fisiológicas em cana-de-açúcar submetida à aplicação de piraclostrobina** – Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2016. 68p.

MACHADO, Fúlvio de Barros Pinheiro. **Brasil, a doce terra** - História do Setor. Embrapa, 2003. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/historia_da_cana_000fhc62u4b02wyiv80efhb2attuk4ec.pdf>. Acessado em: 12 mai. 2023.

- MARIN, F. R. **Clima - Portal Embrapa**. 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/caracteristicas/clima>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- MATOS, Tulio Cavalcanti. **A cultura da cana-de-açúcar e os desafios no controle das principais pragas e doenças**. TCC – Agronomia. Areia:UFPB/CCA, 2022. 38 f.
- MIELEZRKI, F.; LOPES, G. N. **Cultivo de cana-de-açúcar na Paraíba**. Copyright (c)2020 Editora UFPB.
- MONTEIRO, José Eduardo. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.: il.
- MOZAMBANI, A. E. et al. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: **Cadernos Planalsucar**. 2006, p. 11–18.
- NOGUEIRA, Helena Maria Camilo de Moraes. **VIABILITY OF CULTIVATION OF CANE SUGAR IRRIGATED FOR ETHANOL PRODUCTION**. 2016. 141 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- 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.
- PARRA, José R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, 2019.
- PESSOA, G. G. F. A. Dinâmica Temporal da Produção de Cana-De-Açúcar em um Município do Brejo Paraibano, Brasil (1995–2019). **Scientific Electronic Archives**. Vol. 14, n. 11, 2021.
- REVISTA CULTIVAR. **Como e quando aplicar fungicidas na cana**. Artigo online, 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/como-e-quando-aplicar-fungicidas-na-cana> Acesso em: 01 out. 2023.
- RODRIGUES, G. S. S. C. **A trajetória da Cana-de-açúcar no Brasil: perspectiva histórica, geográfica e ambiental**. EDUFU, Uberlândia. p. 16, 2020.
- ROSSETO, R.; SANTIAGO, A. Agência Embrapa de Informações Tecnológicas. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar**. Brasília, 2019.

- SANTOS, V. R. D. **Crescimento e produção de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo-AL, 2006.
- SILVA, Carlos Humberto. **Produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de cultivo e idade canavial**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Rio Largo, 2019, 65p.
- SILVA, W. K. M. **Influência das mudanças climáticas no cultivo da cana-de-açúcar no Estado da Paraíba**. Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba - UFPB. 2019.
- SIMÕES NETO, Djalma Euzébio. **Censo varietal safra 2022/2023 e resultados de variedades e clones promissores**. 2023. 54 slides.
- STOLLER. **Tudo sobre o ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar**. 2021. Disponível em: <<https://www.stoller.com.br/tudo-sobre-as-fases-de-desenvolvimento-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- THOMAS, A. L. **Desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar**. Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre – RS, 2015.
- TUTA, N. F. **Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar no ciclo da cana - planta com aplicação de efluente de esgoto tratado via gotejamento subsuperficial**. Dissertação de mestrado, UNICAMP. Campinas, SP, 2013.
- UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. **RIDESA e PMGCA da UFRPE apresentarão três variedades RB promissoras em eventos em Pernambuco e na Paraíba**. 2021. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2021/10/25/ridesa-e-pmgca-da-ufrpe-apresentarao-tres-variedades-rb-promissoras-em-eventos-em-pernambuco-e-na-paraiba.html> Acesso em: 11 jul. 2023.
- VALDERRAMA, Rafael Silveira. **Efeito de Bacillus sp. no crescimento e produtividade de milho (Zea mays L.) cultivado no planalto catarinense (SC)**. TCC (graduação)- Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitibanos. Agronomia. 2020.
- VIAN, Carlos Eduardo Freitas. **Séries históricas: Cana**. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/socioeconomia/estatisticas/serieshistoricas#:~:text=O%20Brasil%20C3%A9%>

