

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA SUCROALCOOLEIRA
CURSO DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RACHEL REIS DA SILVA

**COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NOS
DIFERENTES ESTÁGIOS DE INFECÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

João Pessoa – PB
Abril 2024

RACHEL REIS DA SILVA

**COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NOS
DIFERENTES ESTÁGIOS DE INFECÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresenta do à Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento aos requisitos
para obtenção de certificado de conclusão
do Curso de Tecnologia em Produção
Sucroalcooleira

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Márcia
Aparecida Cezar

João Pessoa – PB
Abril 2024

S586c Silva, Rachel Reis da.

Comparação dos parâmetros físico-químicos nos diferentes estágios de infecção da cana-de-açúcar / Rachel Reis da Silva. - João Pessoa, 2024.

43 f.: il.

Orientação: Márcia Aparecida Cezar. TCC
(Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Saccharum. 2. Pragas. 3. Doenças. 4. Qualidade.

UFPB/CTD

CDU 664.111:632

RACHEL REIS DA SILVA

**COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NOS
DIFERENTES ESTÁGIOS DE INFECÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Aprovado em 23/04/2024

BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Márcia Aparecida Cezar
Orientador – UFPB



Prof.ª Dr.ª Márcia Helena Pontieri
Examinadora - UFPB



Dra. Ângela Lucínia Urtiga Vasconcelos
Examinadora - UFPB

Este trabalho aos meus pais, ao meu marido, aos que dividem meu único neurônio, a minha família e especialmente a minha Tia Vera Lucia que tem a experiência de uma vida toda, expressada em um sorriso.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre me guiando, protegendo-me e dando-me coragem para enfrentar todas as dificuldades que me foram impostas durante estes anos de curso, foram anos de desafios, descobertas, alguns rompimentos de ciclos e muitas, muitas risadas.

Agradeço a minha mãe Mary Sanday pelo simples fato de ser minha companheira de vida, ao meu pai Jose Carlos a quem tenho uma coisa importante a dizer (Pai, você vai ganhar mais um diploma!), as minhas avós Geralda e Mocinha (in memoria) que não importa quantos TCCs, Monografias, Teses ou Livros eu tenha que escrever ao longo da vida elas sempre serão citadas, aos meus irmãos que mesmo distantes estão sempre por perto, pois eles vivem em meu coração Tony, Carla e Matheus (Peu) amo vocês. A toda minha família de sangue e de coração.

A minha orientadora Márcia Aparecida Cezar que me impulsionou e me mostrou que era capaz de escrever mais um TCC mesmo morrendo de medo (Eu realmente adorei todos os projetos que estivemos juntas!), a professora Marcia Pontieri por estar participando da minha banca e por ter me apoiado no início do ensino remoto (O conforto de ter suas aulas e sua compreensão me ajudaram em momentos bem difíceis!).

Aos professores que fazem parte do Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira que de maneira positiva, ou não me ajudaram a seguir em frente e conquistar mais esse diploma.

As pessoas que dividem meu único neurônio comigo, afinal nossos pensamentos se complementam, Camila sou grata por tudo que você é e representa (meu pilar emocional!), pela sua bipolaridade, pelo seu jeito de ser e por poder abrir meu coração com você, Thiago sou grata por você ter me acalmado nos momentos de estresse, pelo seu apoio emocional e por você não ter me processado por ter quase quebrado sua mão, Ingrid essa é a nossa nova aquisição ao grupo, grata pela distração, horas de conversas e muitas risadas.

Aos Frequentadores do Centro Acadêmico de Sucro, grata pelas comemorações, parcerias e pela quantidade de conteúdo aleatório que vocês produzem por dia.

A Wanderlane Cândida por representar quem ela representa em minha vida.

Agradeço ao meu marido e companheiro Carlos Marques por me incentivar a ir às aulas e por ter paciência para aturar minhas ausências, meus estresses e meus choros durante todas as matérias difíceis. É um agradecimento especial por ele ter me escolhido para fazer parte da família dele, me dando a chance de conhecer a pessoa mais incrível que eu tive a chance de chamar de sogro, Humberto Marques (in memória) você foi embora bem no começo da pandemia, mas tenho certeza de que onde quer que você esteja sempre torcerá por mim. Amo todos vocês

Parabéns, Rachel do passado você construiu tudo isso e me fez chegar até aqui, e nunca esqueça Rachel do futuro (Camila, 2024), não importa o que aconteça, continue a nadar!!!

“Aqui, no entanto, nós não olhamos para trás por muito tempo. Nós continuamos seguindo em frente, abrindo novas portas e fazendo coisas novas, porque somos curiosos. E a curiosidade continua nos conduzindo por novos caminhos. Siga em Frente”.

Walt Disney.

SILVA, Rachel Reis da. **COMPARAÇÃO DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NOS DIFERENTES ESTÁGIOS DE INFECÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**, 2024. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira], Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

RESUMO

O complexo broca-podridão limita a qualidade da produção e diminui o rendimento do processamento da cana-de-açúcar. O manejo desses problemas é essencial para garantir o aumento da produtividade na indústria sucroalcooleira. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do complexo broca-podridão nas características físico-químicas do caldo de cana-de-açúcar de duas variedades RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar. Foram coletados colmos das variedades RB92579 e RB1443, com diferentes níveis de infecção pelo complexo broca-podridão (colmos sadios, colmos com 3% e 6% de infecção) sem queima prévia e despontados. Logo em seguida parte dos colmos de cana-de-açúcar preparados em feixes foram levados para o laboratório, sendo triturados em um picador tipo forrageira e em seguida prensados em prensa hidráulica em porções de aproximadamente 500g até atingir um volume de 2000 ml de caldo por variedade. Amostras dos caldos de cana foram analisados quanto ao pH, Acidez, Brix, Pureza Pol, Acidez Titulável, Açúcares Redutores, Açúcar Total Recuperável, Peso do Bagaço Úmido E Porcentagem de Fibras. Após as análises, verificou-se que os diferentes índices de infecção (3% e 6%) não causaram interferência significativa no pH; o índice de infecção de 6% alterou o Brix na variedade RB 1443; o índice de 6% de infecção alterou a Pol nas variedades RB 92579 e RB 1443; o índice de 6% de infecção alterou a pureza da variedade RB 1443; os índices de infecção de 3% e 6% alteraram a porcentagem de fibras nas diferentes variedades RB 92579 e s RB 1443; os índices de infecção de 3% e 6% não alteraram a acidez nas diferentes variedades RB 92579 e s RB 1443; o índice de infecção de 6% alterou o valor de açúcar redutor (AR) nas variedades RB 92579 e RB 1443; não houveram alterações nos Açúcares Totais Recuperáveis (ATR). Diante dos resultados apresentados, é perceptível que a infecção ocasionada pelo complexo broca-podridão em menor ou maior índice (3% e 6%) na matéria prima pode interferir em um ou mais parâmetros de qualidade, o que consequentemente, pode acarretar perdas no rendimento e produção de açúcar e etanol na indústria. Deste modo, estratégias de manejo devem ser criadas para reduzir a incidência de pragas e doenças no campo, garantido assim, melhores resultados na produção da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum*, pragas, doenças, qualidade.

SILVA, Rachel Reis da. **COMPARISON OF PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS IN THE DIFFERENT STAGES OF SUGARCANE INFECTION**, 2024. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira], Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

ABSTRACT

The borer-rot complex causes limited production quality and decreases processing yield sugarcane. The management of these is essential to ensure increased productivity in the sugar and alcohol agroindustry. This study aims to evaluate the effect of the borer-rot complex on the physicochemical characteristics of sugarcane juice and the effect on the sprout sugarcane of two varieties RB (Republic of Brazil). Stems of varieties RB92579 and RB1443 were collected, with different levels of infection by the borer-rot complex (healthy stems, stems with 3% and 6% infection). Then part of the sugarcane stalks prepared in bundles were taken to the laboratory, being crushed in a chopper and then pressed in a hydraulic press in portions of approximately 500g until reaching a volume of 2000 ml of juice per variety. Samples of sugarcane juice were analyzed for pH, Acidity, Brix, Pol Purity, Titratable Acidity, Reducing Sugars, Total Recoverable Sugar, Wet Bagasse Weight and Fiber Percentage. After the analyses, it was found that the different infection rates (3% and 6%) did not cause significant interference in pH; the 6% infection rate changed the Brix in the RB 1443 variety; the 6% infection rate altered Pol in the RB 92579 and RB 1443 varieties; the 6% infection rate altered the purity of the RB 1443 variety; infection rates of 3% and 6% changed the percentage of fibers in the different varieties RB 92579 and s RB 1443; infection rates of 3% and 6% did not change the acidity in the different varieties RB 92579 and s RB 1443; the infection rate of 6% changed the reducing sugar (AR) value in the RB 92579 and RB 1443 varieties; there were no changes in Total Recoverable Sugars (ATR). In view of the results presented, it is noted that the infection caused by the borer-rot complex at a lesser or greater rate (3% and 6%) in the raw material can interfere with one or more quality parameters, which consequently can lead to losses in the yield and production of sugar and ethanol in the industry. Therefore, management strategies must be created to reduce the incidence of pests and diseases in the field, ensuring thus, better results in sugarcane production.

Keyword: *Saccharum*, pests, diseases, quality.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

ASPLAN – Associação de Plantadores de Cana da Paraíba

ATR – Açúcar Total Recuperável

pH – Potencial Hidrogeniônico

AR – Açúcares Redutores

POL – Porcentagem em Massa de Sacarose Aparente

TCH – Tonelada de Cana por Hectare

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira

SCMV – *Sugarcane mosaic virus*

I.I.I. Final – Índice de Intensidade de Infestação Final

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Canavial na Paraíba

Figura 2 – BROCA DA CANA *Diatraea saccharalis*

Figura 3 – Broca dos Rizomas *Migdolus fryanus*

Figura 4 – Broca Gigante *Telchin licus* encontrado em campo

Figura 5 - Cigarrinha Das Raízes *Mahanarva fimbriolata*

Figura 6 - Podridão Vermelha *Colletotricum falcatum*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetro de Qualidade Recomendados para Cana-de-açúcar

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores do pH encontrado nas amostras

Gráfico 2– Valores do Brix encontrado nas amostras

Gráfico 3 – Valores do %POL no caldo encontrado nas amostras

Gráfico 4 – Valores da Pureza encontrada nas amostras

Gráfico 5 – Valores da Fibra encontrada nas amostras

Gráfico 6 – Valores da Acidez encontrada nas amostras

Gráfico 7– Valores dos Açúcares Redutores encontrados nas amostras

Gráfico 8 – Valores dos Açúcares Totais Recuperáveis encontrados nas amostras

Gráfico 9 – Valores do Peso do Bolo Úmido encontrado nas amostras

Sumário

1.INTRODUÇÃO	15
1.1. JUSTIFICATIVA	17
2. OBJETIVOS	18
2.1. OBJETIVO GERAL:	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	18
3. REFERENCIAL TEORICO	19
3.1. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR	19
3.2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR	19
3.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR	20
3.4. PRINCIPAIS PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR	21
3.4.1. Broca da Cana (<i>Diatraea saccharalis</i>)	22
3.4.2. Broca dos Rizomas (<i>Migdolus fryanus</i>)	23
3.4.3. Broca Gigante (<i>Telchin licus</i>)	23
3.4.4. Cigarrinha Das Raízes (<i>Mahanarva fimbriolata</i>)	24
3.5. PRINCIPAIS DOENÇAS DA CANA-DE-AÇÚCAR	25
3.5.1. Podridão Vermelha (<i>Colletotricum falcatum</i>)	25
3.5.2. Podridões do Colmo	26
3.6. COMPLEXO BROCA-PODRIDÃO	26
3.6.1. EFEITOS DO COMPLEXO BROCA-PODRIDÃO NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR	27
4. METODOLOGIA	28
4.1. LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL	28
4.2. OBTENÇÃO DOS COLMOS DE CANA-DE-AÇÚCAR	28
4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO CALDO	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	38
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura que se destaca em área produzida no Brasil. Segundo o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, as estimativas apontam para o aumento de 10,9% na produção de cana-de-açúcar, quando comparado à safra 2022/2023, totalizando 677,6 milhões de toneladas e estabelecendo um novo recorde (CONAB, 2024).

Segundo a União Nacional da Bioenergia, as unidades sucroenergéticas do Norte e Nordeste entregaram 2,08 bilhões de litros, quantidade 0,7% superior aos 2,06 bilhões de litros da mesma quinzena na safra 2022/2023. No caso do biocombustível anidro, misturado à gasolina, houve retração de 8,9%, com a produção de 1,02 bilhão de litros (UDOP, 2024).

Na safra 2022/2023, o Estado da Paraíba foi o maior estado produtor de etanol, dentre outros Estados do Nordeste, com um total de 472,77 milhões de litros, crescimento de 4,5% em relação à safra anterior (CONAB, 2023). Porém, apesar do alto potencial do cultivo da cana-de-açúcar registrado no estado, diversos problemas de origem fitossanitária contribuem para perdas e prejuízos na indústria sucroalcooleira, como a ocorrência de pragas e doenças.

Dentre as inúmeras pragas que atacam a cultura da cana-de-açúcar, na região Nordeste, particularmente no estado da Paraíba, a broca comum (*Diatraea flavipennella*), cigarrinha dos canaviais (*Mahanarva posticata*), broca Gigante (*Telchinlicus licus*) e a lagarta Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) são responsáveis por grandes perdas (ASPLAN, 2014).

Pragas como a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), ocasionam galerias que favorecem a penetração de fungos e outros microrganismos. Colmos são atacados simultaneamente por fungos e pela broca-da-cana, caracterizam o sintoma do “complexo broca-podridão” que acarretam diminuição da pureza do caldo e menor rendimento de açúcar e etanol, além da contaminação do processo de fermentação alcoólica (Gallo *et al.*, 2002) sendo frequentes os relatos de perdas de 50% a 70% de sacarose (Santiago; Rossetto, 2023).

Quanto às principais doenças que atacam a cana-de-açúcar destacam-se as podridões do colmo. Os fitopatógenos *Colletotrichum falcatum* e espécies de *Fusarium*

sp. causando respectivamente a Podridão Vermelha e a Pokkah boeng (podridão do colmo), a qual nos orifícios feitos pela broca da cana, o fungo se instala isoladamente ou em associação com a podridão vermelha (Tokeshi; Rago, 2005). Embora apresentem algumas diferenças, ambas as podridões, causam grandes danos na indústria, pois, os colmos e tecidos atacados secam (não havendo caldo para ser extraído), além de que nos tecidos contaminados pode ocorrer a inversão de sacarose (Santiago; Rosseto, 2023).

Uma vez que a broca da cana-de-açúcar e os patógenos causadores de podridões tenham se estabelecido nos talhões de produção, a matéria-prima da indústria sucroalcooleira tem sua qualidade reduzida. Consequentemente, isto pode acarretar prejuízos no rendimento da produção do etanol e do açúcar.

1.1. JUSTIFICATIVA

O cultivo da cana-de-açúcar auxilia o desenvolvimento regional de muitos municípios brasileiros que tem este cultivo como a sua principal atividade econômica, gerando renda e movimentando a economia local. Engenhos, destilarias e usinas impulsionam a infraestrutura e serviços nas regiões produtoras.

Na Paraíba o patógeno *Fusarium sp.*, um dos causadores de podridões, foi constatado em cinco variedades, amplamente cultivadas no Estado (Freitas, 2017), demonstrando alta suscetibilidade varietal ao patógeno, uma vez que pode acarretar sérios prejuízos ao produtor e conseqüentemente à indústria principalmente pela inversão de sacarose.

Entretanto, até o momento são inexistentes, informações acerca dos danos causados pelo complexo broca-podridão nos parâmetros de qualidade do caldo, por esse motivo a presente pesquisa visa analisar esses parâmetros e verificar as perdas reais, assim auxiliando nas tomadas de decisão quanto ao manejo da doença no campo, pois vencer tais desafios é fundamental para um cultivo sustentável, tal como, uma prática agrícola que minimize os impactos ambientais e garanta a preservação dos recursos naturais.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL:

Avaliar o efeito do complexo broca-podridão sobre a qualidade físico-química de duas variedades de cana-de-açúcar em diferentes estágios de infecção.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar a qualidade físico-química do caldo de duas variedades de cana-de-açúcar sadias, com 3% e com 6% de sintomas do ataque do complexo broca-podridão;
- Avaliar a qualidade físico-química do caldo de duas variedades de cana-de-açúcar sem sintomas do ataque do complexo broca-podridão.

3. REFERENCIAL TEORICO

3.1. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma planta monocotiledônea, alógama, ou seja, plantas que fazem, preferencialmente, polinização cruzada e perene, originária das regiões tropicais do sul da Ásia e Nova Guiné, pertencente à família Poaceae (Santos; Borém, 2023). É considerada uma das principais *commodities* agrícolas produzidas pelo Brasil e com isso desempenha um papel fundamental na geração de empregos, na balança comercial e no desenvolvimento regional (Raízen, 2021).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção nacional de cana-de-açúcar na safra 2022/2023 foi de 610,1314 milhões de toneladas com produtividade de 73.609 kg/ha. O estado da Paraíba obteve uma produção de 7,3024 milhões de toneladas e produtividade de 62.080 kg/ha, destacando-se na segunda posição de estado mais produtivo da região Nordeste (CONAB, 2023).

O Brasil exporta açúcar para o mundo, abastecendo assim o mercado internacional, além de produzir etanol, considerado uma ótima alternativa energética sustentável e renovável de baixo custo e baixo poder de poluição. A Paraíba foi o maior estado produtor de etanol, com a produção de 452,45 milhões de litros, crescimento de 27,6% em relação à safra anterior. (CONAB, 2023).

O etanol brasileiro é utilizado como biocombustível, substituindo parte da gasolina nos veículos automotores, contribuindo para a redução da dependência de combustíveis fósseis. Outra característica importante, é a mitigação na redução de emissões de CO₂ que com a queima de etanol são 60% menores do que a queima gerada pela gasolina. (Felipe, 2010), além de gerar empregos e renda no setor sucroenergético.

3.2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A qualidade da cana-de-açúcar e posteriormente do caldo é muito importante para a eficiência industrial e a qualidade do produto. Segundo Farinelli e Melo (2021) alguns fatores podem interferir e afetar a qualidade da matéria-prima que vai para indústria:

- Fatores Intrínsecos: relacionados à composição da cana como teor de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido ácido aconítico e minerais. Esse parâmetro pode ser afetado de acordo com a variedades da cana, do clima e até a variação de temperatura, umidade relativa do ar, solo, chuvas e manejo da cultura.
- Fatores Extrínsecos: relacionado à materiais estranhos ao colmo como terra, pedra, resto de cultura, ervas daninhas e compostos produzidos por microrganismos devido a ação sobre os açúcares.

O controle e a otimização desses fatores são essenciais para garantir uma produção otimizada, com menor custo e alta qualidade. Para saber se a cana é de boa qualidade é necessário basicamente verificar a riqueza e o potencial de recuperação dos açúcares da cana-de-açúcar (Farinelli; Tomas Melo, 2021)

3.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Na Tabela 1 encontram-se os indicadores e respectivos valores para os parâmetros de qualidade físico-química da cana-de-açúcar. Da Silva (2012), traz a descrição desses parâmetros:

- POL – Teor de sacarose aparente na cana, onde na indústria canavieira quanto maior o teor de sacarose melhor.
- Brix – A porcentagem de sólidos solúveis dissolvidos no caldo bruto da cana-de-açúcar, ou a porcentagem de sacarose, frutose e outros compostos como aminoácidos, gorduras, ceras e minerais que são absorvidos pela cana durante a maturação.
- Pureza – Determinada pela relação POL/Brix. 100, quanto maior a pureza da cana melhor a qualidade da matéria prima para recuperação do açúcar.

- Acidez Total – Quantidade de ácidos presentes no caldo, isso pode afetar a fermentação e a qualidade do produto.
- Açúcar Total Recuperável (ATR) – Indica a quantidade total de açúcares da cana seja frutose, sacarose ou glicose. A determinação do ATR é feita através da relação $(Pol\ da\ Cana \times 9,36814 + AR \times 8,9)$, tal concentração deve estar acima de 119,0063 Kg/ T, entretanto é sempre bom recordar que cana muito ricas e com baixa porcentagem de fibras estão sujeitas a danos físicos e ataques de pragas e microrganismos.
- Potencial Hidrogeniônico (pH) – influencia na atividade enzimática e na fermentação. Condições de pH inadequadas podem afetar a qualidade do produto
- Açúcares Redutores (AR) – Quantidade de glicose e frutose presente na cana-de-açúcar, esses afetam diretamente sua pureza, já que refletem em uma menor eficiência na recuperação de sacarose pela indústria.

Tabela 1 - Parâmetro de Qualidade Recomendados para Cana-de-açúcar

Indicadores	Valores Recomendados
POL	>14
Pureza (POL/Brix)	>85%
ATR (Sacarose, Glicose, Frutose)	119,0063 Kg/T
AR	< 0,8%
Brix	>18% e < 25%
pH	>5,2 e <5,8
Acidez	< 0,80
Broca de Cana	< 1,0%
Fibras	11-13%

Fontes: Adaptado de Ripoli e Ripoli (2004), EMBRAPA (2022) e ASPLAN (2024)

3.4. PRINCIPAIS PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Existem algumas dezenas de espécies de insetos que podem ser classificados como pragas secundárias o que indica que apresentam uma menor importância quando mencionado o potencial de causar prejuízos à cana.

3.4.1. Broca da Cana (*Diatraea saccharalis*)

É uma espécie que pode ocorrer cinco gerações em um ano e pode ser encontrada por todo país, normalmente a fêmea coloca a massa de ovos na folha da

cana-de-açúcar. Quando eles eclodem as larvas se alimentam da folha e da bainha, com o tempo elas perfuram o colmo e abrem galerias, onde ocorrerá a transformação de pupas para adultos. Este ciclo ocorre normalmente de 50 a 60 dias a depender da temperatura (CTC, 2018).

Os danos causados pelas brocas acontecem durante o ciclo da cultura e são diretos e indiretos podendo ocorrer aberturas dos colmos que leva a perda de peso e a morte da gema, a morte apical ou “coração morto”, entrenós menores, enraizamento aéreo ou brotações laterais (Figura 1) (Neves,2021). E o mais comum que é a presença de fungos oportunistas nos túneis abertos pela lagarta causando a podridão vermelha que poderá inverter a sacarose, diminuir a pureza do caldo e o rendimento industrial no processo de produção de açúcar ou álcool e contaminação no processo de fermentação alcoólica. Para cada 1% de Índice de Intensidade de Infestação Final (I. I. I. Final) da praga, ou seja, número de entrenós atacados pelo complexo broca e podridão vermelha, pode ocorrer o prejuízo de 0,38% na produção de açúcar, 0,27% na de álcool e mais de 1,21% na tonelada de cana por hectare (TCH) (CTC, 2018).

Figura 1 – Broca da cana (*Diatraea saccharalis*) (A) e o sintoma de Coração morto em cana-de-açúcar (B).



Fonte: (CTC,2018)

Segundo Neves (2021) no controle desta praga pode ser utilizado controle químico, usando inseticidas que vão atacar a fase inicial de larvas antes de perfurar o colmo, ou seja, enquanto a broca ainda está na bainha. O controle biológico que é amplamente empregado, utilizando os parasitas de ovos *Trichogramma galloi*, o

parasitoide de larvas *Cotesia flavipes* e bioinseticidas como a aplicação de *Bacillus thuringiensis*.

3.4.2. Broca dos Rizomas (*Migdolus fryanus*)

Essa broca vem do ciclo larval do besouro *Migdolus fryanus*. Elas atacam o sistema radicular a cana-de-açúcar, causando falhas na brotação das soqueiras, morte da cana em reboleiras e necessidade de replantio do canavial precoce. (Neves, 2021). Segundo o autor, o estágio larval ocorre debaixo da terra e tem uma duração mínima de dois anos, podendo se estender até três. As larvas podem ser encontradas até cinco metros de profundidade no solo e somente emergem à superfície adultos durante os períodos de “revoadas” ou acasalamento (Figura 2).

Figura 2 – Broca dos Rizomas *Migdolus fryanus*



Fonte: (CTC,2018)

Para controlar essa praga, é essencial criar uma “barreira química” usando inseticidas nas áreas de concentração durante o preparo do solo, ou seja, no período de subsolagem ou aração (CTC, 2018).

3.4.3. Broca Gigante (*Telchin licus*)

A presença da broca gigante pode acarretar prejuízos significativos tanto na agricultura quanto na indústria (CTC, 2018). Este inseto danifica a cana-de-açúcar ao escavar galerias no colmo (Figura 3), o deixando oco e provocando falhas no desenvolvimento das canas e sintomas de “coração morto” na brotação das soqueiras. Em situação de infestação elevada, há uma redução na longevidade do cultivo de cana-de-açúcar o que vai requerer um replantio antecipado das áreas (Agrolink, 2023)

Figura 3 – Broca Gigante *Telchin licus* encontrado em campo



Fonte: Própria Autora (2024)

3.4.4. Cigarrinha das Raízes (*Mahanarva fimbriolata*)

A cigarrinha desde a fase de ninfa produz uma espuma na base do colmo (Figura 4), elas se alimentam e se protegem nas raízes superficiais até se tornarem adultas. No período das chuvas de primavera é o momento em que aumenta a população de cigarrinhas o que pode levar a uma redução de 25% na produtividade e por isso recomenda-se o controle biológico das cigarrinhas das raízes utilizando o fungo *Metarhizium anisopliae*, no momento que forem encontradas duas ninfas por metro (Madaleno, 2010).

Figura 4 - Cigarrinha das Raízes *Mahanarva fimbriolata*. Ninfas (A) e colonizada por *Metarhizium anisopliae* (B).



Fonte: (CTC,2018)

Além do controle biológico, podem ser aplicados inseticidas que são úteis tanto na fase ninfas quanto na fase adulta, no entanto, se pulverizado de forma irracional, podem trazer prejuízos ao meio ambiente e a qualidade da cana causando assim um desequilíbrio biológico (CTC, 2018).

3.5. PRINCIPAIS DOENÇAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Responsáveis pela queda na produtividade as doenças da cana-de-açúcar ocasionam baixo desempenho da lavoura. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2022) foram encontradas no Brasil cerca de 58 doenças presentes nas lavouras.

Dentre estas, pelo menos dez podem ser consideradas de grande importância econômica do cultivo, são elas: as causadas por bactérias Escaldaduras – das – Folhas (*Xanthomonas albilineans* Dowson), Estrias Vermelhas (*Pseudomonas rubriligneans* Stapp), Raquitismo – da – Soqueira (*Leifsonia xyli subsp. Xyli*); as causadas por vírus como Mosaico (*Sugarcane mosaic virus- ScMV*), também os fungos causadores do Carvão (*Sporisorium scitamineum*), Ferrugens Marrom (*Puccinia melanocephala* H. & P. Syd) e Alaranjada (*Puccinia kuehnii* E. J. butler), Podridão Abacaxi (*Ceratocystis paradoxa* Moreau), Podridão Vermelha (*Colletotrichum falcatum* Went) e Pokkahboeng (espécies do Complexo *Fusarium fujikuroi* – FFSC) (Tokeshi; Rago, 2005; Costa, 2016).

3.5.1. Podridão Vermelha (*Colletotricum falcatum*)

É uma doença causada por fungo, que se caracteriza pelo surgimento de lesões avermelhadas na nervura central das folhas e manchas vermelhas no interior do colmo. O patógeno utiliza aberturas no colmo para invadir seu interior, essa abertura normalmente é causada por pragas como a broca que prejudicam a planta e dão a abertura necessária para os fungos oportunistas (Neves,2021)

Figura 5 - Podridão Vermelha *Colletotricum falcatum*



Fonte: Própria Autora (2024)

3.5.2. Podridões do Colmo

As espécies de *Fusarium* sp. vêm causando a Pokkah boeng (podridão do colmo), a qual nos orifícios feitos pela broca da cana, o fungo se instala isoladamente ou em associação com a podridão vermelha (Tokeshi; Rago, 2005). Embora

apresentem algumas diferenças, ambas as podridões, causam grandes danos na indústria, pois, os colmos e tecidos atacados secam (não havendo caldo para ser extraído), além de que nos tecidos contaminados pode ocorrer a inversão de sacarose (Santiago; Rosseto, 2023).

O fungo pode ser disseminado através do vento e da água. Com a colheita mecanizada aumentam as palhas no solo, sendo possível o aumento de propágulos do patógenos. Uma boa maneira de controlar a doença é o uso de variedades de cana resistentes e/ou tolerantes e o controle de pragas seja de forma biológica ou química (CTC, 2018)

3.6. COMPLEXO BROCA-PODRIDÃO

Com o ataque da broca a cana-de-açúcar abre-se uma fenda por dentro da cana, dando um espaço para a podridão se espalhar por dentro da cana, essa associação é comumente conhecida como complexo broca-podridão. Tal infecção é conhecida por resultar na perda de 50 a 70% da sacarose nos colmos (Carvalho et al, 2021),

3.6.1 EFEITOS DO COMPLEXO BROCA-PODRIDÃO NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Silva e Campos (1975) constataram que a porcentagem em massa de sacarose aparente (POL) diminuiu significativamente com o aumento da incidência do complexo broca-podridão, em diferentes variedades de cana-de-açúcar, considerando-a um fator altamente prejudicial à produtividade de açúcar. Além disso, a presença dos fungos causadores da podridão-vermelha, nas galerias feitas pela broca, pode contaminar o caldo e resultar na competição com as leveduras, durante o processo de fermentação alcoólica, com subsequente perda na produção de açúcar e álcool (Botelho, 1992).

Os danos causados por esses fungos levam a uma redução no teor de açúcar cristalizável no colmo, devido à inversão da sacarose armazenada na planta e sua transformação em glicose e frutose, que não se cristalizam no processo industrial (Santos et al., 2008).

Ademais, a interação dos fungos com a broca intensifica a formação de metabólitos que afetam negativamente a fermentação alcoólica, pois os colmos atacados conduzem substâncias inibidoras do processo fermentativo (ácidos orgânicos voláteis, compostos fenólicos), que influenciam a morfologia celular, conversão do açúcar em álcool, reduzindo a eficiência fermentativa e o rendimento industrial (Blumer, 1992).

No caso da cana-de-açúcar destinada apenas à produção de álcool, os microrganismos que contaminam o caldo concorrem com as leveduras no processo de fermentação alcoólica, diminuindo o rendimento. Para cada 1% do Índice de Intensidade de Infestação Final ocasionado pela praga (número de entrenós atacados pelo complexo broca/podridão-vermelha), ocorrem prejuízos de 1,14% na produção de cana (TCH) e mais 0,42% na produção de açúcar ou 0,25% na produção de álcool (Garcia, 2020).

4. METODOLOGIA

4.1. LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Operações Unitárias e Tecnologia Sucroalcooleira, localizados no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), entre os meses de novembro a dezembro de 2023.

4.2. OBTENÇÃO DOS COLMOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Foram coletados colmos das variedades RB92579 e RB1443, provenientes da Usina Monte Alegre. Os colmos de cana-de-açúcar foram colhidos manualmente no campo sem queima prévia e despontados. Logo em seguida parte dos colmos de cana-de-açúcar preparados em feixes foram levados para o Laboratório de Operações Unitárias da Universidade Federal da Paraíba, sendo triturados em um picador tipo forrageira e em seguida prensados em prensa hidráulica em porções de aproximadamente 500g até atingir um volume de 2000 ml de caldo por variedade.

4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO CALDO

As amostras dos caldos de cana-de-açúcar foram analisadas em triplicata quanto os seguintes atributos físico-químicos

Análises realizadas no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira:

- pH: Determinado através de potenciometria direta (Instituto Adolfo Lutz, 1985).
- Acidez titulável: obtida após titulação ácido-base com NaOH (0,01N) como titulante Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Análises realizadas pelo Laboratório da ASPLAN:

- Sólidos solúveis (°Brix): Determinado por meio do refratômetro (CONSECANA, 2006).
- Pol (porcentagem de massa de sacarose aparente): determinado por polarimetria seguindo-se o descrito pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) (2011).
- Açúcares redutores (AR): determinado pelo método espectrofotométrico de Somogyi Nelson (Amorim, 1996).

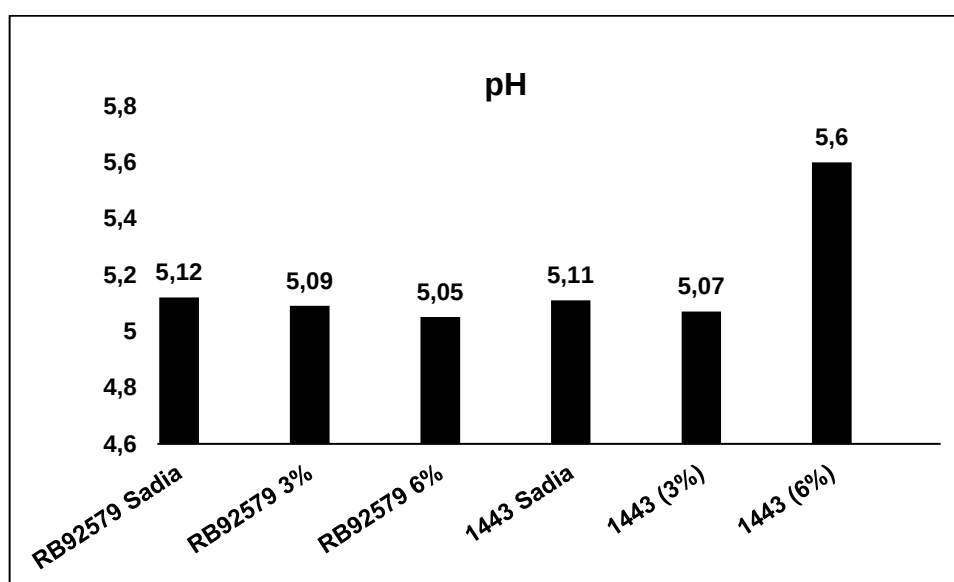
- Pureza do caldo: obtida pela relação Pol/Brix (CTC, 2011).
- Açúcar Total Recuperável (ATR): é um indicador que representa a qualidade da cana, ou seja, a capacidade da cana-de-açúcar de ser transformada em açúcar ou álcool.
- Peso do Bagaço Úmido (PBU): Este é o valor extraído do bagaço no laboratório, valor esse que servirá para calcular o teor de fibra da cana.
- Fibras: Quanto mais fibra menor o ATR

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se trata da qualidade da cana de açúcar, Ripoli e Ripoli (2004) explicam que o teor de sacarose aparente é o seu principal determinante, embora haja outros fatores que influenciam diretamente a qualidade final, por exemplo as características físico-químicas e microbiológicas.

Nas amostras analisadas, os valores de pH, variaram entre 5,1 a 5,6, sendo este último obtido na variedade RB 1443 com 6% de infecção por broca – podridão como o observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Valores do pH encontrado nas amostras



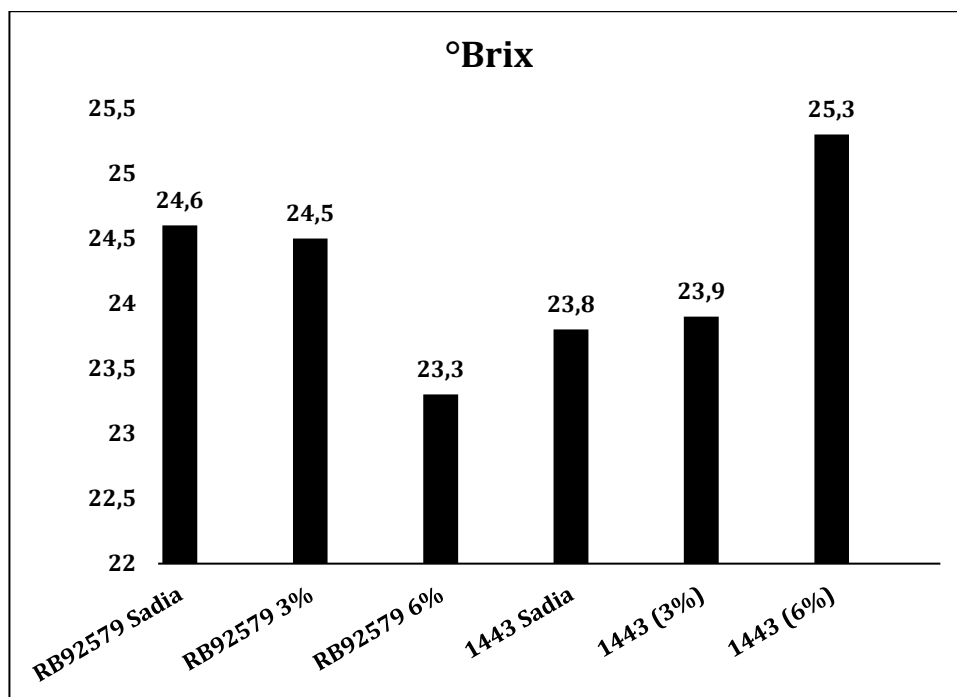
Fonte: Própria Autora (2024)

Os valores de pH do caldo quando estão entre 5,2 e 5,6 representam que não houve deterioração microbiana, segundo Yusof *et al.* (2000) o tempo médio entre corte, espalha de fogo e extração do caldo é de oito horas, como nossas amostras foram cortadas *in natura*, ou seja, sem queima e o caldo foi extraído com quase doze horas do corte o valor do pH pode ter sofrido baixa. O que segundo Santos *et al.* (2008) o valor do pH baixo pode representar o fator de limite de crescimento de bactérias patogênicas, assim a contaminação bacteriana se manteria em níveis baixos.

As características químicas incluem a porcentagem em massa de sacarose aparente (POL), o °Brix, que é a quantidade de sólidos solúveis por cento do caldo e os açúcares redutores, representados pela glicose e pela frutose (Klein, 2010).

Segundo Ripoli e Ripoli (2004) o °Brix deve ser maior que 18% e menor que 25%. Ao observar no Gráfico 2 é notório que as amostras que estiveram dentro dos parâmetros e não teve uma variação tão brusca entre elas.

Gráfico 2– Valores do °Brix encontrado nas amostras

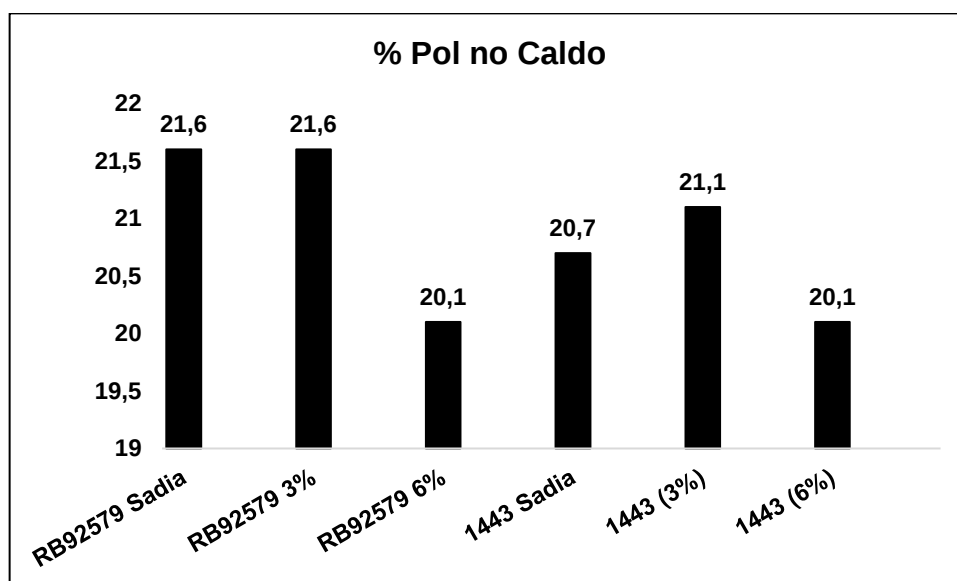


Fonte: Própria Autora (2024)

A amostra da variedade RB 92579 com 6% de infecção apresentou o valor mais baixo com relação à cana sadia da mesma variedade. A variedade RB 1443 com 6% de contaminação pelo “complexo broca-podridão” apresentou um brix aumentando, o que demonstra que mesmo contaminada a cana manteve o Brix alto.

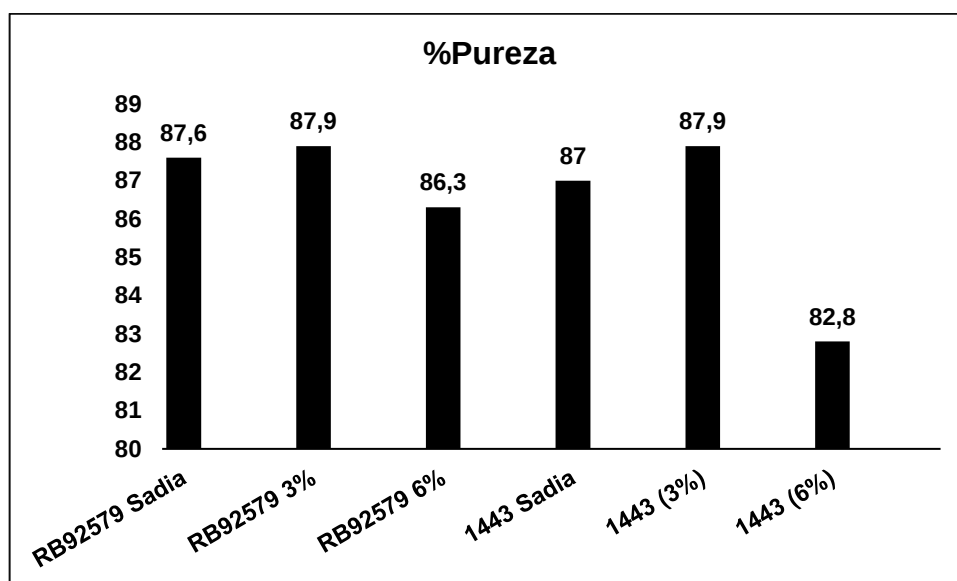
Como já visto anteriormente o POL é um indicador que verifica a quantidade de sacarose contida na cana de açúcar o que depois será feito. Um cálculo feito posteriormente, entre ele e o Brix dará a pureza desta sacarose. O valor do Pol no caldo deve estar acima de 14 (Ripoli; Ripoli, 2004). Embora este parâmetro esteja dentro dos padrões recomendados, os menores valores encontrados foram para as variedades RB 92579 e RB 1443 ambas com 6% de infecção (Gráfico3).

Gráfico 3 – Valores do %POL no caldo encontrado nas amostras



Fonte: Própria Autora (2024)

Gráfico 4 – Valores da Pureza encontrada nas amostras



Fonte: Própria Autora (2024)

A pureza do caldo é calculada pela expressão:

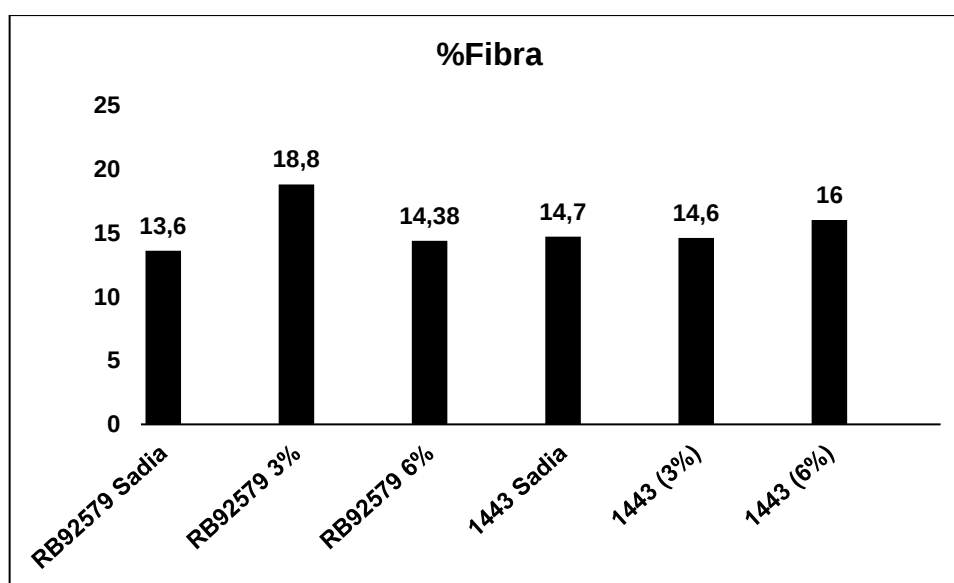
$$\left(\frac{\text{Pol do caldo}}{\text{Brix}} \times 100 \right)$$

Sendo seu padrão adequado, recomendado valores acima de 85 % (UDOP,2024). No presente trabalho apenas a variedade RB 1443 com 6%, teve o resultado abaixo deste padrão (Gráfico 4). As demais amostras desta variedade (sadia

e com 3% de infecção), bem como a outra variedade RB 92 579 (sadia, com 3% e 6% de infecção), tiveram valores de pureza todos dentro do padrão recomendado, tendo o mínimo de variação.

Para o parâmetro de porcentagem de fibras, é possível observar um aumento de fibras em todas as amostras avaliadas nas diferentes variedades (Gráfico 5), sendo apenas a variedade RB 92579 sadia que esteve mais próxima do padrão adequado, que segundo a Embrapa, (2022) deve estar entre (11-13%).

Gráfico 5 – Valores da % Fibra encontrados nas amostras



Fonte: Própria Autora (2024)

As características químicas e bromatológicas, da cana de açúcar possuem carboidratos fibrosos e não fibrosos que representam aproximadamente 90 % da matéria seca. Entre os fibrosos encontramos celulose, hemicelulose e lignina e os não fibrosos são representados pelos açúcares solúveis com destaque a sacarose, porém também são encontrados amido e pectina (Klein,2010). No presente estudo verificou-se que as amostras de canas contaminadas (RB92579 3% e RB 1443 6%) de ambas as variedades tiveram a porcentagem de fibras aumentadas em relação às amostras sadias.

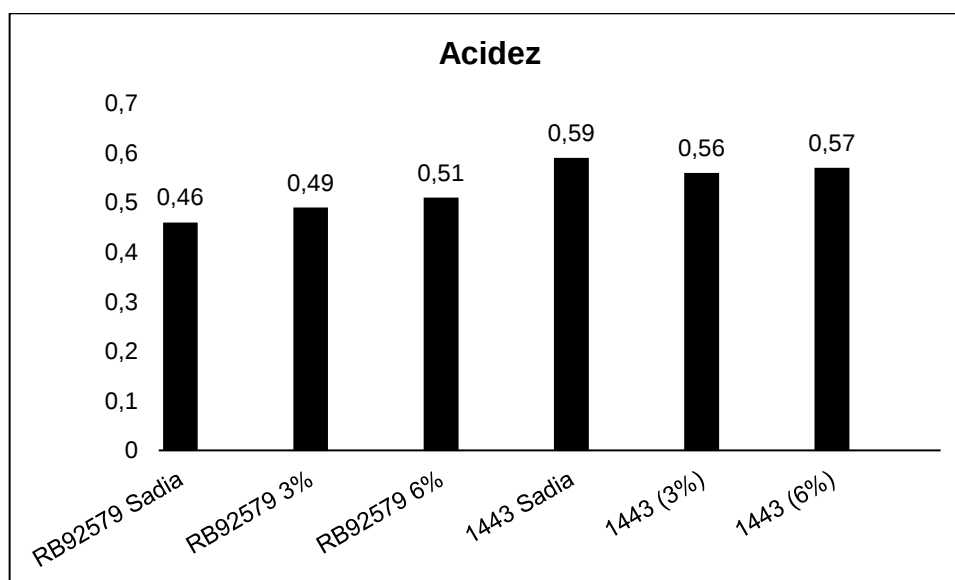
No presente estudo verificou-se que as amostras de canas RB92579 3% e RB 1443 6% de infecção de ambas variedades, tiveram a porcentagem de fibras aumentadas em relação às amostras sadias.

Com relação ao teor de fibras da cana de açúcar, sabemos que pragas e microrganismos preferem as regiões da cana que apresentam baixo teor de fibra,

causando danos físicos que afetam a qualidade do caldo. (Santos, 2008) Há evidências que nas primeiras 14 horas se deterioração da cana, 93% das perdas de sacarose são devido à ação de microrganismos, 5,7% das reações enzimáticas e 1,3% por reações químicas resultado da acidez (Ripoli; Ripoli, 2004).

Segundo Ripoli e Ripoli (2004) o aumento das fibras pode ter relação com a acidez que deve estar abaixo de 0,80%. No Gráfico 6, observa-se que todas as amostras avaliadas estão dentro da normalidade para este padrão e que o valor mais alto foi para a amostra RB 1443 Sadia, sem infecção da broca-podridão.

Gráfico 6 – Valores da Acidez encontrada nas amostras

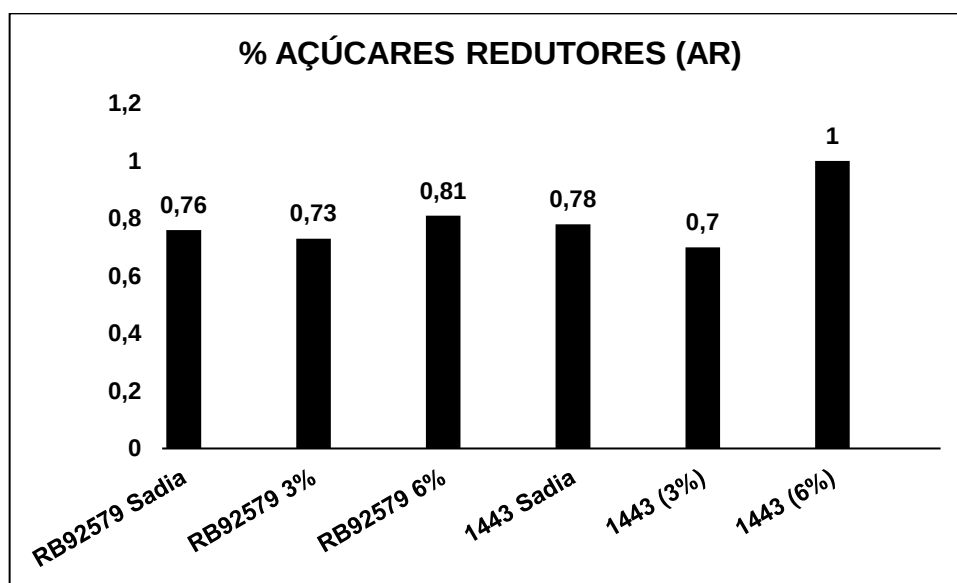


Fonte: Própria Autora (2024)

A acidez pode ser um problema significativo na produção de álcool e açúcar, pois afeta a qualidade do caldo e reduz o rendimento e vida útil do maquinário que fazem parte do processo de fabricação. (Embrapa, 2022)

Os valores ideais de açúcares redutores devem ser menores que 0,8%, entretanto no Gráfico 7 é observado que ambas as variedades RB 92579 e RB 1443 com 6 % de infecção tiveram alterações, com valores superiores aos recomendados. A variedade RB 1443 com um AR muito alto pode apresentar um excesso de glicose e frutose que atrapalham no processo de produção de açúcar como dito anteriormente.

Gráfico 7– Valores dos % Açúcares Redutores encontrados nas amostras



Fonte: Própria Autora (2024)

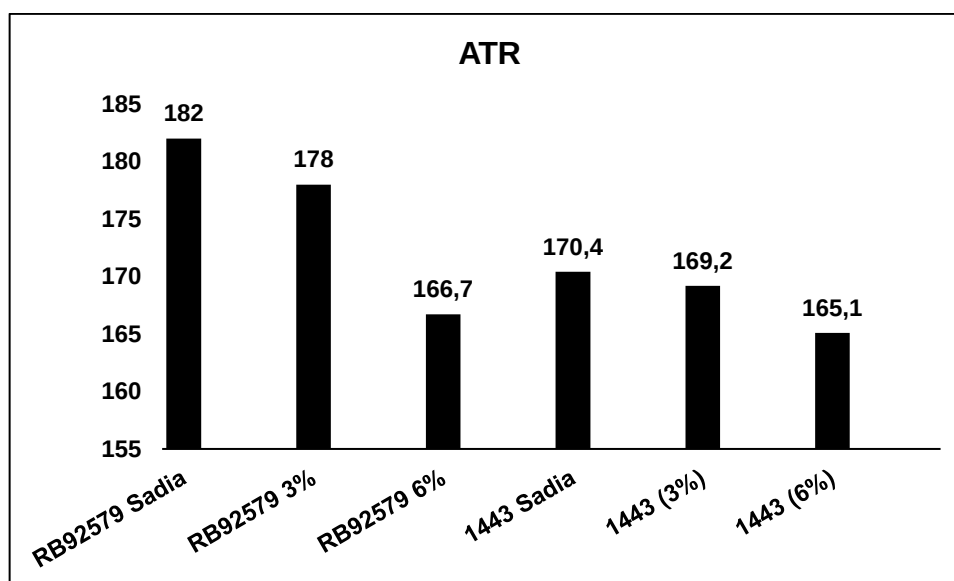
Os parâmetros de Pol, Brix e Açúcares redutores (AR) são as porcentagens retiradas do caldo extraído pela prensagem e com esses valores já foram utilizados para o pagamento da cana, conhecer esses parâmetros é de suma importância para avaliar a qualidade da cana de açúcar, pois durante o processo de fabricação de açúcar os açúcares redutores podem influenciar na cor e sabor do produto final, já na produção de álcool são fermentados pelas leveduras para produzir o etanol.

Segundo a Asplan (2024) o ATR pode ser expresso da seguinte forma:

$$(Pol\ da\ Cana \times 9,36814 + AR \times 8,9)$$

O valor de deve ser maior 119,0063 Kg/T onde o maior índice foi da variedade RB 92579 sadia e a mais baixa RB 1443 6 % (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Valores dos Açúcares Totais Recuperáveis encontrados nas amostras



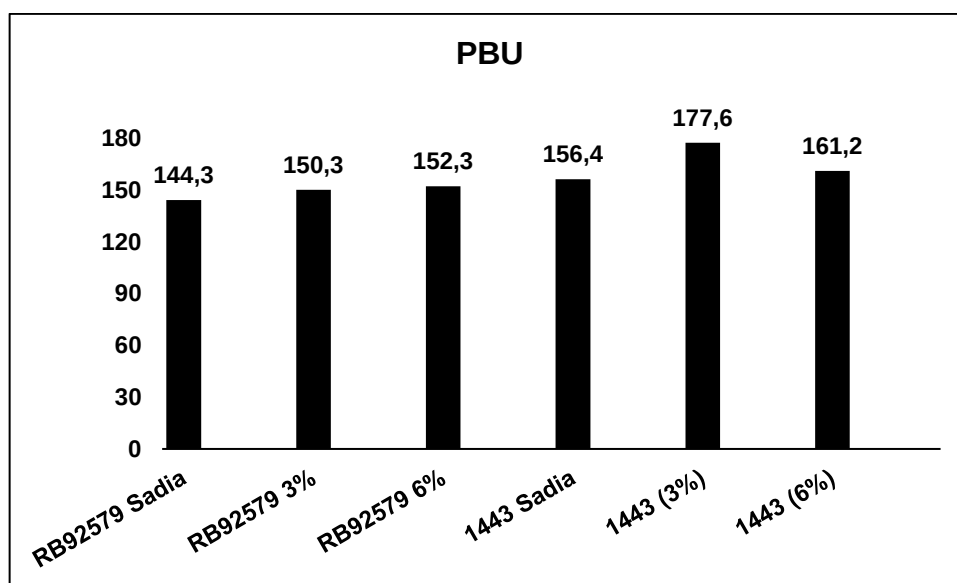
Fonte: Própria Autora (2024)

Atualmente o valor que é utilizado para fins de realizar os balanços de massa para os controles dos processos e para o sistema de pagamento da cana, pois é capaz de determinar quanto da matéria prima transformada resultará na produção, sendo assim o Consecana criou um parâmetro que soma teor de sacarose com teor de açúcares redutores presentes na cana de açúcar (Consecana, 2006).

Segundo informações obtidas na ASPLAN, o valor padrão de ATR para a Paraíba é de 119,0063 Kg/Ton, sendo considerado ágio, todo valor acima deste padrão e valores menores indicam deságio na lucratividade da cana de açúcar.

O Peso do Bolo Úmido (PBU) é um importante parâmetro para o sistema de pagamento também, pois vem do teor de fibra que corresponde à porcentagem de material fibroso presente no colmo. Esse valor é estimado em função do peso da massa fibrosa, ou seja, de bolo úmido que permanece na prensa após a extração do caldo. O Peso do Bolo Úmido resulta após a pesagem de 500g de cana desfibrada. Os maiores valores obtidos para esse parâmetro foram provenientes da variedade RB 1443, destacando-se as amostras com 3% de infecção da broca-podridão (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Valores do Peso do Bolo Úmido encontrado nas amostras



Fonte: Própria Autora (2024)

6. CONCLUSÕES

Observou-se uma pequena diminuição no pH do caldo com o aumento do índice de infecção na variedade RB 92579. Já na variedade RB 1443 observou-se uma pequena diminuição do pH com o índice de infecção de 3% e um aumento de pH para o índice de infecção de 6%.

O índice de infecção de 3% não provocou uma variação significativa no brix das duas variedades analisadas. Já o índice de infecção de 6% provocou uma pequena diminuição no brix na variedade RB 92579 e um aumento no brix na variedade RB 1443.

A Pol do caldo da variedade RB 92579 não foi alterada com o índice de infecção de 3%, mas sofreu uma diminuição quando o índice de infecção aumentou para 6%. Já a variedade RB 1443 apresentou um aumento de Pol com o índice de infecção de 3% e uma redução de Pol com o índice de infecção de 6%.

A pureza do caldo aumentou levemente no índice de infecção de 3% e diminuiu com o índice de infecção de 6% para as duas variedades analisadas.

Os índices de infecção de 3% e 6% aumentaram a porcentagem de fibras em relação a cana sadia nas duas variedades analisadas

A acidez aumentou levemente com o aumento do índice de infecção na variedade RB 92579. Já na variedade RB 1443 observou-se uma leve diminuição da acidez em relação a acidez da cana sadia para os índices de infecção 3% e 6%.

Observou-se que os açúcares redutores (AR), das duas variedades analisadas, diminuiram quando o índice de infecção foi de 3% e aumentaram quando o índice de infecção aumentou para 6%.

O ATR diminuiu tanto na variedade RB 92579 quanto na variedade RB 1443 com o aumento da porcentagem da infecção.

A pesquisa é promissora e os resultados favoráveis mostrando que a porcentagem de infecção pode alterar os resultados. Contudo exposto podemos concluir que tal pesquisa é de suma importância para que possamos aumentar a produtividade dos canaviais brasileiros e a redução do complexo broca podridão.

6. REFERÊNCIAS

- AMORIM, H.V. Manual de métodos analíticos para o controle de produção de álcool e açúcar. 2. Ed. Piracicaba. ESALQ – USP, 1996. 195p.
- ASSOCIAÇÃO DE PLANTADORES DE CANA DA PARAÍBA – ASPLAN. Técnicas agrícolas sustentáveis para o cultivo da cana-de-açúcar. (Manual de Orientação). João Pessoa, PB, 2014.
- AGROLINK. Broca Gigante, 2023. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/broca-gigante_3009.html. Acesso em: abril de 2024
- BLUMER, E. Efeito do complexo broca/podridões na fermentação etanólica. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 1992. 66p.
- BOTELHO, P.S.M. Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis* utilizando parasitóides. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.27, p.255-262, 1992.
- CARVALHO – GONÇALVES, L. C. T et al. Introdução à Tecnologia Sucroalcooleira, João Pessoa, PB: Editora UFPB. 2021
- CANAVIEIRA - CTC. Pragas e doenças da cana-de-açúcar. 2018. Disponível em: < <https://ctc.com.br/produtos/wpcontent/uploads/2018/07/Caderneta-de-Pragas-e-Doenças-da-Cana-de-açúcar-CTC.pdf> >. Acesso em: abril de 2024
- CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC). Manual de controle químico da falsificação de açúcar. Piracicaba, 2011. 46p
- CONAB, Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, v11 – Safra 2023/24, n. 1 - Primeiro levantamento, p. 1-55, abril 2023.
- CONAB, Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, v11 – Safra 2023/24, n. 3 – Terceiro levantamento, 56p, novembro de 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: abr. 2024.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – v.1, n.1 (2013-) – Brasília : Conab, 2013-. Quadrimestral Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: abr. 2024
- CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-açúcar e álcool do estado de São Paulo. Manual de Instruções. CONSECANA-SP. Piracicaba, 5ª ed. 2006. 54p.

- CONSECANA. Regulamento do CONSECANA. Manual de Instruções. CONSECANA-SP. Piracicaba, 2006. Disponível: <https://www.consecana.com.br/regulamento.asp> acessado em: 12 abr. 2024
- COSTA, M. M. Espécies de *Fusarium* associadas a Pokkah boeng da cana-de-açúcar no Brasil. dissertação de Mestrado, lavras, MG, universidade federal de lavras, 71p, 2016.
- DA SILVA, João Paulo Nunes; DA SILVA, Maria Regina Nunes. Noções da Cultura da Cana – de – Açúcar. 1ª Ed Inhumas- GO: IFG, 2012.
- EMBRAPA. Qualidade da Matéria Prima. Campinas, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/gestao-industrial/qualidade-de-materia-prima>. Acesso em: 12 abr. 2024
- FARINELLI, M. M. R., & TOMAS MELO, C. M. (2021). Avaliação da qualidade físico-química de três marcas de açúcar do tipo cristal. *Revista Inova Ciência & Tecnologia /Innovative Science & Technology Journal*, 7, e0211143. Disponível em: <https://doi.org/10.46921/rict2021-1143> Acesso em: 12 abr. 2024.
- FELIPE, M. G. A. Bioetanol de Cana-de-Açúcar: P&D para Produtividade Sustentabilidade; Cortez, L. A. B., ed.; Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 2010, cap. 3 parte 4.
- FREITAS, W. H. H. S. Ocorrência de podridões em variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba – PB, João Pessoa, PB, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Paraíba, 37 p., 2017.
- GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GARCIA, J.F. Global Cana - Soluções Entomológicas, Cultivar Grandes Culturas, Ano XX. nº 258, p. 19, 2020. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado> Acesso em 13 de junho de 2023.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: O Instituto, 1985. 371p
- KLEIN, V. Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro. 39 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.
- MADALENO, Leonardo Lucas. Cigarrinha-das-raízes na cana-de-açúcar e qualidade do açúcar produzido. / Leonardo Lucas Madaleno. – Jaboticabal, 2010.

NEVES, V. H. Podridão vermelha da cana-de-açúcar. Agro Inovadores, [s. l.], 26 nov. 2021. Disponível em: <https://agro.genica.com.br/2021/11/26/podridao-vermelha-da-cana-de-acucar>. Acesso em: 12 abr. 2024.

NOVACANA. Usinas da Paraíba aumentam produção de etanol em 10% em 2022/23, [s. l.], 21 abr. 2022. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/usinas-paraiba-aumentam-producao-etanol-10-2022-23-201022>. Acesso em: 12 abr. 2024.

RAÍZEN, TIMES de sustentabilidade e comunicação corporativa da raízen. Cana-de-açúcar: tudo sobre sua importância e versatilidade (raizen.com.br). Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/cana-de-acucar>. Acessado em: abr. de 2024.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. Acesso em: 31 mar 2024.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar>. Acessado em 12 de junho de 2023.

SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. Microbiological evaluation of frozen fruit pulps. Ciências e Tecnologia dos Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p. 913- 915, 2008.

SILVA, G.M. de A.; CAMPOS, R.B. Influência do ataque do complexo broca-podridões na composição da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3., 1975, Águas de Lindóia. Anais Águas de Lindóia: Copersucar, 1975. p.233-240

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar (híbridos *Saccharum* spp.) In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J. A.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia, doenças das plantas cultivadas, São Paulo, Ceres 2005, v. 2, p. 185-196.

UDOP. União Nacional da Bioenergia. Cresce produção de açúcar e etanol hidratado no Norte-Nordeste. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2024/03/18/cresce-producao-de-acucar-e-etanol-hidratado-no-norte-nordeste.html>. Acessado em: Abr de 2024.

UDOP. União Nacional da Bioenergia. Preço referencial do kg do ATR no Estado da Paraíba Disponível em: https://www.udop.com.br/consecana-arquivos/pb/2021/preco_referencial_atr_paraiba_jul_2022.pdf. Acessado em: Abr de 2024.

YUSOF, S., SHIAN, L.S.; OSMAN, A. Changes in quality of sugarcane upon delayed extraction and storage. *Food Chemistry*. 2000, 68, 395-400