

Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

ACIDEZ EM CALDO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR AO LONGO DA SAFRA 2010/2011

**RAPHAELA SÂMELA BRAMBILA DOS
SANTOS**

Orientador: Prof. Dr. Marcos Omir Marques

Coorientador: Eng Agr. Dr. Luiz Carlos Tasso

Júnior

**Trabalho apresentado a Faculdade de Tecnologia
de Jaboticabal - Fatec, para obtenção do título de
Tecnólogo em Biocombustíveis.**

Santos , Raphaela Sâmelâ Brambila dos
S237a Acidez em caldo de cultivares de cana-de-açúcar, ao longo da safra
2010/2011 Raphaela Sâmelâ Brambila dos Santos.— Jaboticabal : Fatec,
2012.
50f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Omir Marques
Coorientador: Eng. Agr. Dr. Luiz Carlos Tasso Junior

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, 2012.

1. Análise. 2. Cana de Açúcar. 3. Industrialização. I. Marques, M. O. II.
Título.

CDU 664.113

Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ACIDEZ EM CALDO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR AO LONGO DA SAFRA 2010/2011

AUTOR: RAPHAELA SÂMELA BRAMBILA DOS SANTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS OMIR MARQUES

COORIENTADOR: ENG. AG. DR. LUIZ CARLOS TASSO JÚNIOR

Trabalho de Graduação aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis, apresentado à FATEC-JB para a obtenção do título de Tecnólogo.

PROF.DR. MARCOS OMIR MARQUES

ENG. AGRO. MSC. HÉLIO FRANCISCO DA SILVA NETO

PROF. DR. FÁBIO CAMIOTTI

Data da apresentação: 20 de Dezembro de 2012.

Marcos Omir Marques

Ao meu Noivo Samuel Wallace, que me ajudou com seu amor, a sua compreensão, e o seu companheirismo, e me acompanhou e incentivou nos momentos mais complicados na realização desse trabalho.
Dedico aos meus Pais pela confiança, preocupação e dedicação que tiveram comigo, além da educação que me ofereceram, sem eles não seria possível a minha formação.
Aos meus Avôs que sempre me apoiaram e me aconselhava para não desistir.
E os meus irmãos, que me ajudaram e promoveram palavras de ânimo para chegar ao final do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo fim de mais uma etapa, pelos sonhos que se concretizaram, pela vida que tem me concedido. Pela sabedoria, força e proteção que tem me dado. E por tudo que tem feito por mim, nas horas mais difíceis tem me abençoado.

Agradeço pelo meu orientador Marcos Omir Marques, pela oportunidade de estagiar em seu laboratório e me orientar no meu Trabalho de conclusão de curso, fornecendo a sua sabedoria para enriquecer o meu trabalho.

O meu noivo Samuel Wallace mais uma vez, que durante toda a faculdade tem me proporcionado muito amor, amizade, felicidade e compreensão. Por ser meu melhor amigo e companheiro de todas as horas, apoiando todas as minhas decisões.

A minha família que é à base de minha vida.

Ao mestrando do laboratório Hélio, pela paciência e dedicação que me ofereceu, me ajudando em tudo para realização do meu trabalho.

Ao Wladimir, e todos os estagiários do laboratório.

Aos meus amigos de classe que com certeza futuros excelentes profissionais.

Os meus professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

ACIDEZ EM CALDO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR AO LONGO DA SAFRA 2010/2011

O teor de acidez adequado do caldo da cana-de-açúcar indica uma matéria-prima de qualidade. Essa acidez pode ser classificada em três tipos: acidez total do caldo, volátil e fixa, sendo que a total é a somatória da acidez volátil e fixa. Quando esse caldo obtém teores elevados de acidez, podem ocasionar diversos problemas no seu processo de industrialização, principalmente queda de rendimento. Assim o presente trabalho tem como objetivo quantificar e comparar os teores de acidez volátil, fixa e total do caldo extraído de dezoito cultivares de cana-de-açúcar, divididos em três épocas de maturação: precoces, médios e tardios. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol da FCAV/UNESP- Jaboticabal, SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições. O tratamento principal foi composto por dezoito cultivares de cana-de-açúcar, analisados conforme o seu ciclo de maturação. O tratamento secundário foi composto por cinco épocas de análises ao longo da safra. Os cultivares precoces, médios e tardios, apresentaram variações em seus teores de acidez, havendo uma tendência para acréscimos dos níveis de acidez para as épocas finais, com exceção dos cultivares CTC15 e RB867515 que houve decréscimos em seus teores em relação as épocas iniciais.

Palavras – chave: Análises. Cana-de-açúcar. Industrialização.

ABSTRACT

ACID IN CULTIVARS JUICE CANE SUGAR ALONG THE CROP 2010/2011

The acidity of the juice of adequate cane sugar indicates a raw quality. This acidity can be classified into three types: total acidity of the juice, volatile and fixed, and the total is the sum of fixed and volatile acidity. When this broth gets high levels of acidity, can cause many problems in the process of industrialization, mostly falling income. Thus the present study aims to quantify the levels of volatile acidity , fixed and total liquid extracted eighteen varieties of cane sugar, divided into three periods of growth: Early, middle, and late. The experiment was conducted at the laboratory of technology of Sugar and Ethanol FCAV/ UNESP- Jaboticabal, SP. The experimental design was completely randomized split plot with three replications. The main treatment consisted of eighteen varieties of cane sugar, divided and analyzed according to their maturation cycle. Secondary treatment was composed of five seasons of analysis throughout the season. The early cultivars, middle and late, showed variations in their levels of acidity, with a tendency for increases in the levels of acidity to the end times, except for the cultivar RB867515 and CTC15 that there was a decrease in their levels over the early epochs.

Keywords: Analyzes. Cane sugar. Industrialization.

LISTA DE ABREVIATURAS

CB	Campos, Brasil
CTC	Centro de tecnologia canavieira
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
PO	Pedro Ometto (Usina da Barra)
PB	Pernambuco, Brasil
RB	República Brasileira (Plana/ Sucar/Ridesa)**
SP	São Paulo (Copersucar)
Kgf cm ⁻²	Quilograma força por centímetro quadrado
AT	Acidez total
AV	Acidez volátil
AF	Acidez fixa
g H ₂ SO ₄ L ⁻¹	Gramas de ácido sulfúrico por litro de caldo
g C ₃ H ₆ O ₃ L ⁻¹	Gramas de ácido láctico por litro de caldo
g C ₂ H ₄ O ₂ L ⁻¹	Gramas de ácido acético por litro de caldo

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Vista Aérea do experimento	21
FIGURA 2. Dados agroclimatológicos das médias mensais da área do experimento (FCAV/UNESP Jaboticabal – SP), do período de 1971 a 2000, e do ano de 2011.....	22
FIGURA 3. Processamento da retirada das amostras.....	29
FIGURA 4. Desfibrador em funcionamento	30
FIGURA 5. Pesagem de 500 gramas do material desfibrado.....	30
FIGURA 6. Processo da extração do caldo	31
FIGURA 7. Caldo sendo filtrado.....	32
FIGURA 8. Titulação com NaOH.....	33
FIGURA 9. Mini destilador em funcionamento	34
FIGURA 10. Preparo das amostras para acidez volátil.....	34
FIGURA 11. Dados do experimento.....	35

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares precoces de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo da safra 2010/2011 36
- TABELA 2. Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total 37
- TABELA 3. Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez volátil 38
- TABELA 4. Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa 39
- TABELA 5. Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares médios de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo da safra 2010/2011 40
- TABELA 6. Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total..... 41
- TABELA 7. Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez volátil 42
- TABELA 8. Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa 43
- TABELA 9. Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares tardios de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo da safra 2010/2011 45
- TABELA 10. Efeito da Interação obtida entre os cultivares tardios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total 45

TABELA 11. Efeito da Interação obtida entre os cultivares tardios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa	46
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Cana-de-açúcar	13
3.1.1 Classificação Botânica e Morfológica.....	13
3.1.2 Aspectos Fenológicos da Cana-de-açúcar	14
3.1.3 Importância Econômica.....	14
3.2 Qualidade da Matéria Prima.....	15
3.3 Acidez.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Caracterização do Meio Físico	21
4.2 Delineamento Experimental	22
4.3 Características dos Dezoito Cultivares de Cana-de-açúcar Estudada	23
4.3.1 Precoce.....	23
4.3.2 Médios	24
4.3.3 Tardios	26
4.4 Procedimento para Coletas dos Colmos de Cana	28
4.5 Procedimento Adotado para a Determinação das Frações de Acidez	29
4.5.1 Acidez Total	32
4.5.2 Acidez Volátil.....	33
4.5.3 Acidez Fixa.....	35
4.6 Estagio da Cana	35
4.7 Estatística Empregada.....	35
5.1 Cultivares Precoces.....	36
5.2 Cultivares Médios.....	40
5.3 Cultivares Tardios	43
6 CONCLUSÃO.....	47
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da cana –de- açúcar (*Saccharum spp*) ocupa um lugar de destaque na economia nacional (PAULI, 2011), devido diversos fatores que traz benefícios como: proporcionar empregos de carteira assinada para os trabalhadores, além de produzir alimento, ela também é totalmente sustentável quando falamos em termos de energia para a produção, através da queima do bagaço que era um resíduo do seu próprio processamento, produtora de biocombustível, fertilizantes, bioplásticos, além de sua preocupação com a conservação do solo e do meio ambiente.

A cana inicialmente foi utilizada quase exclusivamente para a produção de açúcar, ultimamente a cana se tornou um novo modelo de energia limpa e renovável (PAULI, 2011).

O Brasil produz cerca de um terço de toda cana produzida no mundo, consequentemente é o maior produtor mundial da cultura (CANAOESTE, 2010). Atualmente o Brasil é um dos pioneiros no desenvolvimento de cultivares de cana-de-açúcar de valor comercial (MATSUOKA *et al.*, 2005).

A qualidade do caldo destes cultivares é afetada por diversos fatores, sendo um deles os níveis de acidez encontrados, cuja presença decorre do seu próprio metabolismo ou da ocorrência de microrganismo que desenvolvem no mesmo (PAULI, 2011). Elevados teores de acidez podem trazer inúmeros problemas no processo de industrialização (ZANINETTI FILHO, 2008), e assim ocasionam a redução da qualidade do produto final.

Essa acidez pode ser dividida em três frações, sendo elas a acidez volátil, fixa e a total que é definida como a somatória das duas frações anteriores.

A determinação da acidez presente no caldo de cana-de-açúcar nos permite avaliar a qualidade em que o caldo se encontra e a partir daí da escolher o melhor manejo a ser empregado no processo industrial (SILVA *et al.*, 2011).

2 OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo quantificar e comparar os teores de acidez volátil, fixa e total em diversos cultivares de cana-de-açúcar ao longo da safra.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cana-de-açúcar

3.1.1 Classificação Botânica e Morfológica

A cana-de-açúcar pertence à família Gramineae (Poaceae), tribo Andropogoneae e gênero *Saccharum* sendo este gênero composto, principalmente, por seis espécies, sendo elas: *Saccharum officinarum*: Conhecida por cana-nobre, pois apresenta alto teor de sacarose. *Saccharum spontaneum*: Embora ela não seja cultivada, contribuiu fortemente para o melhoramento da cana-de-açúcar, possuindo características como tolerância a estresses, doenças e pragas. *Saccharum sinensis*: cultivada no passado, conhecida como cana da china. *Saccharum barberi*: Como cana da Índia, também contribuiu para a formação das variedades atuais. *Saccharum robustum*: Responsável por a maior parte da rusticidade dos cultivares atuais (NOBREGA e DORNELAS, 2006).

Segundo Scarpari e Beauclair (2008), a cana-de-açúcar que ultimamente está utilizada no Brasil e no mundo, está sendo cultivadas através das hibridações das espécies: *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum*.

Os atuais híbridos recebem a nomenclaturas específicas, onde é informada a instituição responsável pelo cruzamento e seleção, o ano de cruzamento e o número específico do clone. Algumas das siglas mais utilizadas no Brasil são: CB, IAC, RB, SP, CTC, PO, PB (SCARPARI e BEAUCLAIR, 2008).

Nos dias atuais muitos estudos vêm sendo focado para o melhoramento genético, onde através deles proporcionar melhores condições de desenvolvimento e produção da cultura cana-de-açúcar (HOMEM, 2010).

A cana-de-açúcar se desenvolve em forma de touceira. A parte aérea é constituída por colmo (onde a sacarose é armazenada), inflorescência e frutos. A parte subterrânea é formada por raízes e rizomas (onde são ricos em reservas, e contêm: nós, entrenós e gemas, as quais são responsáveis pela formação dos perfilhos na touceira (MOZAMBANI *et al.*, 2006). O perfilhamento é definido como a capacidade de cada variedade tem de rebrotar, onde ocorrem nas gemas não brotadas dos colmos cortados (SCARPARI e BEAUCLAIR, 2008).

3.1.2 Aspectos Fenológicos da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é adaptada às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas, e relativa escassez de água, que a cultura necessita de grandes quantidades de água para suprir as suas necessidades hídricas, pois dependendo do seu estágio fenológico, ela é composta por cerca de 70% pela água. A cana-de-açúcar é uma espécie, portanto, ideal para cultivo em regiões tropicais, no entanto, quanto mais o conhecimento do seu ciclo de vida, melhor será o seu manejo, pois qualquer que seja a produção vegetal, sempre estará visando a máxima produtividade econômica, fundamentada na interação de três fatores: a planta, o ambiente de produção e o manejo (SEGATO *et al.*, 2006).

O processo produtivo canavieiro visa três objetivos básicos (SEGATO *et al.*, 2006 apud CÂMARA, 1993, p. 19). São eles: Maior produtividade, que é alta produção de planta por unidade de área. Qualidade da matéria-prima: Maior teor de açúcares nos colmos industrializáveis. Longevidade do canavial: Visa aumentar o número de cortes econômicos, refletindo-se num prazo maior de tempo entre as reformas do canavial, aumentando a lucratividade.

3.1.3 Importância Econômica

A maior parte da energia consumida mundialmente é originada do petróleo, do carvão e do gás natural, onde são fontes não renováveis, e as suas quantidades são limitadas, as quais podem ser esgotadas no futuro. A demanda mundial por biocombustíveis, tem se expandido rapidamente nos últimos anos, principalmente, para os países que são altamente sustentados por fontes desse tipo (AGRIANUAL, 2012).

A procura por alternativas de fontes limpa é cada vez maior, e o Brasil tem potencial de ser produtor de biocombustíveis, não somente para atender o mercado nacional, mas sim, o mercado mundial, contendo grandes áreas para plantio cerca de 90 milhões de hectares, sem afetar os biomas. O Brasil está localizado na região tropical, onde o clima é favorável à plantação de cana-de-açúcar, e essa fonte renovável vem se tornando auto-sustentáveis, onde através dos “resíduos” do setor são gerados os subprodutos, que hoje tem um alto valor agregado (AGRIANUAL, 2012).

Atualmente a cana-de-açúcar ocupa uma área cerca de 7 milhões de hectares, utilizando apenas 2% da área total do país que pode ser cultivada (ÚNICA, 2012).

O estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar, onde está instalado um grande número de usinas sucroenergéticas. Sua produção em 2011 foi de cerca de 364.285 mil toneladas de cana, onde teve uma redução de produtividade em relação ao ano passado. A produção Brasileira de etanol total na safra de 2011/2012 foi de aproximadamente 23.686.481 mil litros, e de açúcar 741.376.000 sacas de 50 kg (AGRIANUAL, 2012).

Em relação às exportações, o açúcar bruto, refinado e de etanol apresentaram crescimentos consideráveis no período 2007-2008. Porém nos anos seguintes houve uma queda nas exportações do etanol, cerca de 50%, e vem diminuindo mais, devido ao aumento da produção do açúcar, portanto maiores exportações (AGRIANUAL, 2012).

De acordo com Oliveira (2009), os empregos que são gerados da cana-de-açúcar, o salário é consideravelmente mais elevado do que os valores pagos aos empregados de outros ramos agropecuários. O trabalho de pessoas menos qualificadas pode ser diminuído, por serem substituídas pelas inovações tecnológicas adotadas pelo setor, que através delas há aumento de trabalho permanente. Acredita-se que pelo processo de mecanização nas usinas sucroenergéticas, pode provocar impactos na qualidade de emprego, já que vai haver maior procura por mão-de-obra qualificadas e estudadas para conduzir uma máquina ou implemento agrícola.

3.2 Qualidade da Matéria Prima

O CONSECANA é uma associação formada por representantes das indústrias de cana-de-açúcar e dos plantadores que fornecem a matéria-prima, para se obter um bom relacionamento em ambas as partes foi criado um sistema de pagamento da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose, com critérios técnicos para avaliar a qualidade da matéria-prima entregues pelos plantadores, e assim determinar o valor a ser pago para os produtores rurais (ÚNICA, 2012).

Devido ao que está descrito acima, e visando sempre pelo aumento de produção, é muito importante avaliar a qualidade da cana-de-açúcar, onde vários fatores podem afetar a quantidade de impurezas que nelas se encontram, como: o sistema de colheita, condições climáticas, e os cuidados proporcionados nas operações de corte e carregamento (MARQUES, *et al.*, 2008).

As impurezas presentes na cana-de-açúcar podem ser de natureza vegetal (folhas, pontas, palhas) ou de natureza mineral (terra e areia), a qual é considerada a mais danosa para os processos indústrias, sendo responsável pelos desgastes dos equipamentos utilizados na

alimentação, preparo e moagem da matéria-prima, diminuindo a eficiência dos equipamentos e na clarificação do caldo (LAVANHOLI, 2008).

Unindo as impurezas e o sistema de corte da cana-de-açúcar, a colheita mecanizada proporciona para usina maiores quantidades de impurezas vegetais, e já a colheita manual que é colocada ao solo, favorece a maior quantidade de impurezas minerais, principalmente quando o solo é argiloso (MARQUES *et al.*, 2008).

O solo que é levado para usinas, carrega consigo um grande número de microrganismos, aonde vem prejudicar a fermentação, produzindo compostos tóxicos, em sua maioria a partir dos açúcares, originando uma diminuição da produção de etanol, e proporcionando um aumento de custos, devido aos gastos com controle de contaminantes (LAVANHOLI e MARQUES, 2008).

O clima tem grande influência sobre a qualidade da cana-de-açúcar, podendo ou não ajudar para o acúmulo de sacarose. De modo geral, vai depender da proporção e da duração dos fatos (geadas e chuvas), podendo aumentar a quantidade de microrganismos, e causar a deterioração do colmo. Nesses casos há queda da pol, aumento do teor de fibras, redução da pureza e aumento da acidez do caldo. Podendo causar também as brotações laterais, que resultam em uma menor recuperação do açúcar ou etanol nos processos de industrialização, o florescimento que consome o açúcar para a emissão do pendão floral, aumentando os teores de fibra e ocorrendo o fenômeno denominado isoporização (MARQUES *et al.*, 2008).

As usinas sucroenergéticas, têm como objetivo o maior número possível do produto final, pelo menor custo (COPERSUCAR, 1982).

A qualidade do produto final, esta relacionado diretamente a qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. Entre as variáveis utilizadas na avaliação da qualidade da cana-de-açúcar, como: brix, pol, ART, fibra (entre outros), a acidez presente no caldo de cana se destaca, já que com os teores de acidez elevados, podem ocasionar vários problemas para o processo de industrialização da cana-de-açúcar (PAULI, 2011).

3.3 Acidez

A acidez é uma característica importante, sendo responsável na diminuição da recuperação do açúcar, prejudicando em varias partes do processo como na clarificação e cristalização e na recuperação do etanol, afetando no processo fermentativo e causando interferências no metabolismo das leveduras (PEREIRA, 2007).

Quanto menor os teores de acidez no caldo de cana, mais qualidade essa matéria-prima terá. Essa acidez pode ser constituída por ácidos não voláteis encontrados em cana sadia, e ácidos voláteis, que na maioria das vezes estão presentes em maior quantidade em cana deteriorada. As canas que estão em um estágio avançado de deterioração possuem acidez acima de 1,5 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo, sendo recomendado um valor inferior a 0,8 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo, para acidez sulfúrica, considerando uma matéria-prima com qualidade (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

A deterioração da cana-de-açúcar é um fator que diminui a qualidade da matéria-prima, e durante o armazenamento pode ocorrer deterioração, caracterizado pelo aumento dos níveis de dextrana e acidez (TASSO JÚNIOR *et al.*, 2009). Andrade; Porto; Spoto (2008) estudaram o armazenamento de caldo de cana por vinte e quatro dias em diferentes temperaturas, e constataram que o caldo armazenado na temperatura ambiente sofreu aumentos nos teores de acidez ao longo dos dias.

O teor desses ácidos na planta pode ser influenciado também pelas condições ambientais, idade da cultura (cana planta/cana soca) e o ciclo de maturação. E os teores de acidez fixa estão diretamente relacionados com a fertilidade do solo, que, quanto mais fértil, maior os teores de ácidos (PEREIRA, 2007).

A variação destes níveis de acidez pode ser uma característica intrínseca de cada cultivar, podendo ser originados pelo seu próprio metabolismo. Embora exista outras formas ser originados, como pela contaminação causada pelo metabolismo de bactérias durante os processos industriais (YOKOYA, 1991).

Dessa maneira, a cana-de-açúcar está sujeita á uma variação nos teores de acidez, desde a cultura no campo, passando pelos sistemas de corte utilizado e tratamentos antes e depois da extração do seu caldo (HOMEM, 2010).

De acordo com Silva Neto (2010), estudou-se a presença de impurezas vegetais, interfere na qualidade da matéria-prima, e obteve resultados positivos, onde as impurezas vegetais ocasionam o aumento dos índices de acidez.

Segundo Amorim (2005), os aumentos dos teores de acidez podem ser relacionados com a redução de sacarose nos colmos e menor qualidade da matéria prima.

A acidez no caldo da cana-de-açúcar são classificadas em 3 formas, a acidez total, fixa, e volátil. A acidez fixa, que provem do ácido láctico presente no caldo, procedente de bactérias do gênero *Lactobacillus* sp (ALCARDE, 2002). A presença desse ácido no processo da matéria-prima pode inibir o metabolismo da levedura, ocasionando a diminuição do rendimento fermentativo na produção do etanol (OLIVA NETO E YOKOYA, 2001).

A acidez volátil que provem do ácido acético presente no caldo, procedente de bactérias do gênero *Acetobacter* sp (ALCARDE, 2002). Esse tipo de acidez em grande quantidade é aquela que resulta um sabor indesejável para as cachaças, diminuindo a qualidade do produto. Onde esse aumento é devido a contaminação da cana ou do próprio mosto por meio de bactérias acéticas, entre outras, como a estocagem da cana por longos dias, antes de entrar no processo, onde faz com que o substrato sofra uma degradação, ocorrendo um aumento os níveis de acidez, e diminuindo o rendimento da produção de etanol (CARDOSO *et al.* 1999).

Portanto a acidez total é definida como a somatória das acidez citadas acima. Estabelecida como a principal forma de determinação da acidez nas usinas sucroenergéticas, sendo expressa em ácido sulfúrico por litro de caldo (PEREIRA, 2007).

Segundo Novaes (1980), os valores da acidez total do caldo não devem ser ultrapassados 5,0 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$, pois ao se encontrar maior que esse valor, pode ocorrer a destruição das células de leveduras. Podemos perceber que se houver o controle de acidez do caldo, é um elemento positivo que dificultam o aparecimento de contaminações na fermentação alcoólica, diminuindo o risco de infecções bacterianas.

A levedura durante o processo de fermentação, para melhor seu desenvolvimento, o mosto tem que estar com um pH 4,5. Devido a esse fator a acidez tem grande influência no seu desempenho, onde é necessário que o caldo de cana apresente acidez sulfúrica dentro dos parâmetros para satisfazer as leveduras, e não interferir no seu metabolismo (HOMEM, 2010).

Segundo Pauli *et al.* (2010), estudando 6 cultivares de cana-de-açúcar precoces, para quantificar e comparar os valores de acidez fixa, volátil e total, obteve-se resultados satisfatórios para os cultivares CTC 9 (0,42 g de $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ e IACSP93-3046 (0,51 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$), de acidez fixa, que estão dentro dos parâmetros considerado por (RIPOLI e RIPOLI, 2004). Os cultivares CTC 7 e SP80-1049 apresentaram maiores valores de acidez. Entre as análises realizadas para determinar acidez volátil obteve-se uma média de 0,022g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$, que não houve diferença entre os cultivares.

Homem *et al.* (2010), estudando a influência das diferentes parte do colmo em relação a acidez fixa, volátil e total. O valor de acidez obtido entre as partes do colmo observa-se que os maiores valores de acidez total e fixa foram obtidos pelo entrenó 0,87 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo e 1,57 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo. Mesmo para esses maiores valores de acidez os resultados são considerados dentro dos padrões de qualidade. Assim com a comparação entre cultivares não foi constatada diferença entre o nó e entre nó para a acidez volátil.

De acordo com Silva *et al.* (2010), estudou 6 cultivares (IACSP94-2101, RB72454, RB867515, CTC 2, CTC 6, CTC 8) tardios de cana-de-açúcar ao longo da safra 2008/2009, para determinar e comparar os teores de acidez fixa, total e volátil, em cinco épocas de análise. Obteve-se valores na faixa de 0,44g a 1,02g $\text{H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$ na acidez total, para acidez volátil de 0,015g a 0,0022g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$, e para acidez fixa em torno de 0,85g a 1,82g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3\text{L}^{-1}$). Concluiu que os maiores valores de acidez fixa e total coincidem com a época de maturação dos cultivares, recomendando uma maior atenção com o cultivar IACSP94-2101 que obteve o maior valor de acidez total 1,02, considerando elevada por (RIPOLI E RIPOLI, 2004). O cultivar CTC 2 apresentou maior teores de acidez volátil. Em relação á época analisada ocorreu um aumento no final do período em estudo, tais valores ressaltam a importância de analisar as frações de acidez no caldo da cana-de-açúcar durante a safra. Porém Catossi *et al.* (2010), que estudo o cultivares tardios, obteve-se resultados maiores que SILVA, sendo na faixa de 0,72g a 2,06g de $\text{H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$ para acidez total.

De acordo com Camargo et al. (2010) analisando três cultivares encontrou valores médios de acidez volátil em torno de 0,016g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$ e acidez total 0,99g $\text{H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$.

Segundo Pauli (2011), que estudou o comportamento da acidez de 18 cultivares, sendo eles: 6 precoces, 6 médios e 6 tardios. Para os cultivares precoces o menor teor de acidez total e volátil foi encontrado para os cultivares SP80-1842 e CTC 9. O resultado menos satisfatório foi obtido pelo cultivar CTC 7 que obteve elevado valor de acidez total e volátil. Já o cultivar CTC 9 apresentou maiores valores de acidez ao decorrer das análises, tendo no final do experimento um valor de 1,84 g $\text{H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$ que demonstra a tendência desse cultivar ao acréscimo de acidez, assim é necessário atenção e cuidado para esse cultivar, para encontrar o melhor momento para sua colheita. Para acidez volátil os cultivares precoces apresentaram quedas nos teores no decorrer as análises com exceção do cultivar CTC 7 que teve maior variação. Para os cultivares de maturação no meio da safra, os maiores teores de acidez total e fixa foram obtidos pelos cultivares IAC91-1099 com 2,74g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3\text{L}^{-1}$ SP81-3250 e BR855536. Já para acidez volátil os IAC91-1099 com 0,015g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$, e RB855536 com 0,016g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$, apresentaram acidez elevada na maior parte do período analisado. Já a menor média foi encontrado no cultivar IAC94-4004 com 0,009g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$. Para os cultivares tardios IACSP94-2101 e CTC 2 apresentaram elevados valores de acidez total e fixa ao final da safra, onde coincide com a sua época de colheita. Para a acidez volátil o cultivares RB867515 obteve-se os maiores valores ao longo da safra. Conclui-se que a acidez fixa e total dos cultivares não apresentam um comportamento que permite definir a tendência

durante o período analisado. Já para acidez volátil houve um decréscimo ao longo da safra com exceção de alguns cultivares.

Os valores da acidez total e fixa podem ser semelhantes pelo fato de que a acidez total é praticamente constituída pela acidez fixa e apenas uma pequena parte pela acidez volátil (PAULI, 2011).

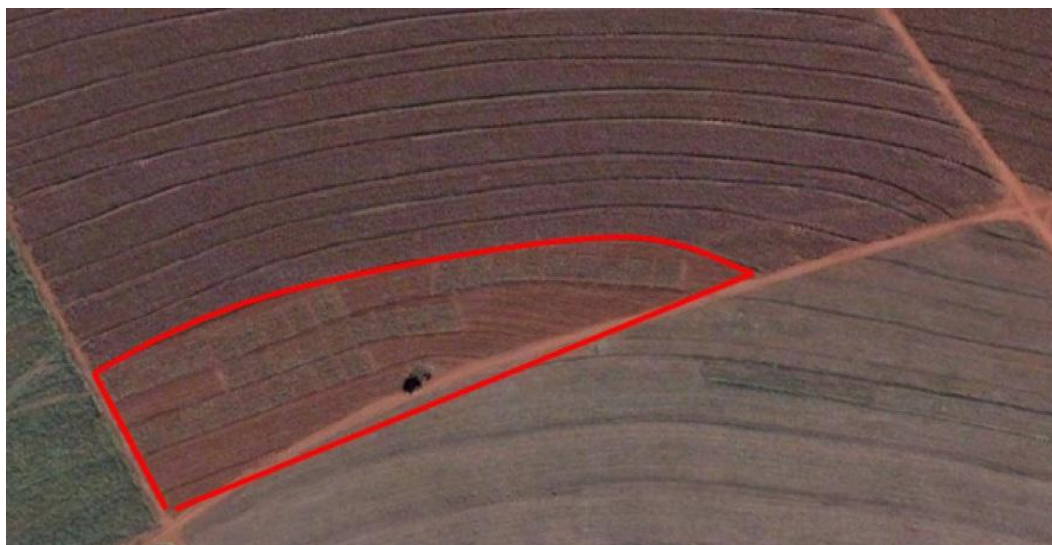
Devido a esses fatores é tão importante estudar e analisar ao longo da safra os teores de acidez, para assim colher a cana-de-açúcar em sua melhor fase, e obter uma matéria- prima de boa qualidade e que esteja dentro dos parâmetros determinados pelas usinas sucroenergéticas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do Meio Físico

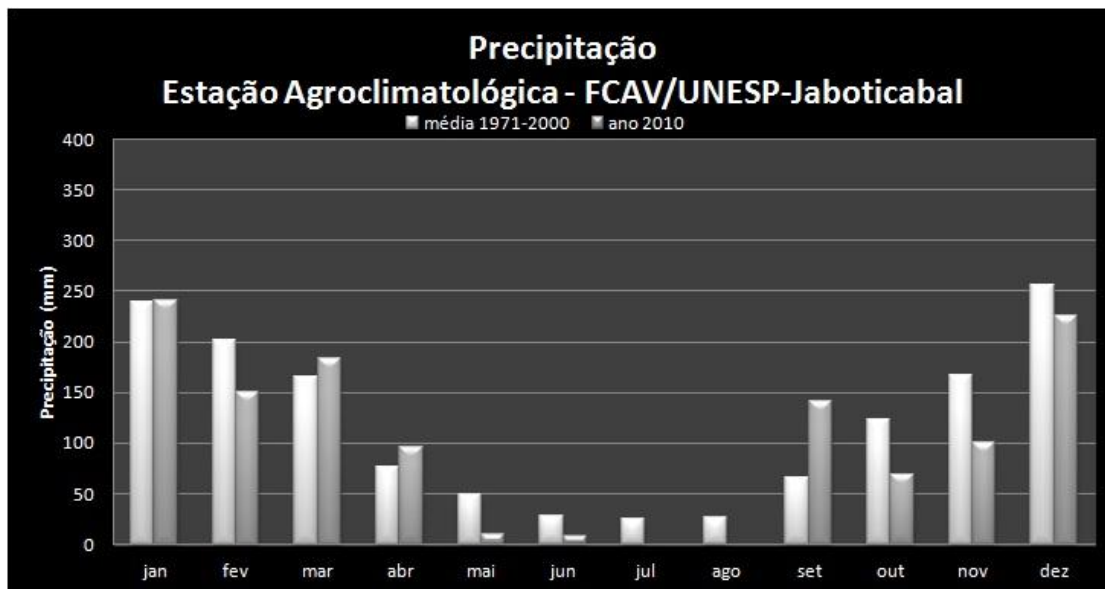
A área experimental no campo era localizada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e extensão da FCAV/UNESP, localizada no Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, em condições de cana de terceiro corte, a uma altitude média de 583 metros de nível do mar, com relevo caracterizado como suave ondulado. Sua localização geográfica é definida como: latitude 21° 15'22S e longitude 48°18'58''WG.

FIGURA 1 – Vista aérea do experimento



O Clima é do tipo tropical com inverno seco, e classificado, de acordo com o Sistema Internacional de Koppen, como Aw. Na Figura 2, estão representados dados pluviométricos da área do experimento, vejamos que o período da realização das análises do experimento foi de Março a Novembro.

FIGURA 2 - Dados agroclimatológicos das médias mensais da área do experimento (FCAV/UNESP Jaboticabal – SP), do período de 1971 a 2000, e do ano de 2010



Fonte: (www.fcav.unesp.br)

O experimento foi instalado em um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico Embrapa (2006), textura muito argiloso relevo suave ondulado.

4.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com três repetições. O tratamento principal foi composto pelos cultivares de cana-de-açúcar, divididos e analisados conforme o ciclo de maturação. Os cultivares precoces utilizados foram: SP80-1842, SP80-1049, CTC 7, CTC 9, CTC 16 e IACSP93-3046, os cultivares médios foram: IAC95-5000, IAC94-4004, IAC91-1099, SP81-3250, CTC15 e RB855536, e os cultivares tardios: CTC 2, CTC 8, CTC 6, RB72454, RB867515 e IACSP94-2101. O Tratamento secundário foi composto por cinco épocas de análises ao longo da safra, sendo a época 0 a análise inicial. A partir dessa data foram contados os números de dias após a primeira análise para as demais épocas estudadas.

4.3 Características dos Dezoito Cultivares de Cana-de-açúcar Estudada

4.3.1 Precoce

SP80-1842

A sua touceira tem crescimento decumbente, tem perfilhamento médio, e sua despalha é facilmente realizada. Os colmos têm comprimento longo e diâmetro médio. Possui uma produtividade agrícola alta, com período de colheita no início da safra. São resistentes a ferrugem, carvão, mosaico e broca, e é intermediária resiste a escaldadura. Tem alto teor de fibra (COOPERSUCAR, 1993 citado por SILVA NETO, 2010).

SP91-1049

A sua touceira tem crescimento levemente decumbente, possui um perfilhamento médio, e despalha facilmente. Os colmos têm seu comprimento médio a longo e seu diâmetro é de médio a grosso. A sua produtividade agrícola é alta, e seu período de colheita é no início da safra. São resistentes á amarelecimento, ferrugem, mosaico é intermediária a cigarrinha, broca e carvão, e suscetível a escaldadura. Floresce pouco e isoporiza (COOPERSUCAR, 2003 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 7

A sua touceira tem crescimento decumbente, o seu perfilhamento é médio e a sua despalha é facilmente realizada. Possui colmos de comprimento médio, e diâmetro de médio a grosso. A sua produtividade agrícola é média, e seu período de colheita é no início da safra. São resistente á escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e mosaico e intermediária á broca de cana. Possuem alto teor de sacarose, quantidade de fibra média, pouco florescimento e isoporização (CTC 7, 2006 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 9

A sua touceira tem crescimento levemente decumbente, perfilhamento médio, e sua despalha média. Os colmos são de comprimento e diâmetro médio. A sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no início da safra. São resistentes ao amarelecimento, ferrugem e carvão e intermediária a escaldadura e broca da cana e suscetível a mosaico. Possui alto teor de sacarose, apresenta uma quantidade de fibra média, e pouco florescimento e isoporização (CTC, 2006 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 16

A sua touceira tem crescimento ereto, um perfilhamento de médio a alto e despalha facilmente. Os colmos possuem comprimento de curto a médio, e o diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é na maior parte da safra. São resistente a ferrugem, escaldadura, carvão e amarelecimento, e intermediária ao mosaico e broca de cana. Tem alto teor de sacarose, longevidade e excelente brotação das soqueiras, apresenta alto teor de fibra e pouco florescimento e isoporização (CTC, 2008 citado por SILVA NETO, 2010).

IACSP93-3046

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento intenso e despalha facilmente. Os colmos possuem comprimento de médio e diâmetro de médio a grosso. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é do começo para o meio da safra. São resistentes a escaldaduras, amarelecimento, ferrugem, carvão e mosaico (LANDELL *et al.*, 2005 citado por SILVA NETO, 2010).

4.3.2 Médios

IACSP95-5000

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento intenso, e sua despalha fácil. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade é alta, e seu período de colheita é do meio para o final da safra. São resistentes á escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e ao mosaico (LANDELL, 2007 citado por SILNA NETO, 2010).

IACSP94-4004

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento de médio a alta, e sua despalha é facilmente realizada. Os colmos possuem um comprimento médio e o diâmetro de médio a grosso. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no início da safra. São resistentes á escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e intermediária ao mosaico (SALIBE *et al.*, 2005 citado por SILVA NETO, 2010).

IAC91-1099

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento intenso, sua despalha é média. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita de do meio para o final da safra. É resistente a escaldadura, ferrugem, carvão, mosaico e intermediário á amarelecimento. Tem bom teor de sacarose, e florescimento ocasional (LANDELL *et al.*, 2005 citado por SILNA NETO, 2010).

SP81-3250

A sua touceira tem crescimento levemente decumbente, perfilhamento intenso e sua despalha é média. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médios. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no início da safra. São resistentes á amarelecimento, ferrugem, mosaico e broca dos colmos e suscetível á escaldadura e carvão. Floresce, isoporiza pouco e tem alto teor de sacarose (COOPERSUCAR, 1995 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 15

A sua touceira tem crescimento levemente decumbente, perfilhamento médio a alto, e sua despalha é média. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é altíssima, e seu período de colheita é a partir do meio da safra. São resistente a ferrugem, escaldadura, carvão e amarelecimento e intermediária ao mosaico e broca da cana. Tolerância a seca, longevidade das soqueiras, alto teor de sacarose, apresenta alto teor de fibra, e médio florescimento e pouca isoporização (CTC, 2007 citado por SILVA NETO, 2010).

RB855536

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento abundante e despalha facilmente. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é do meio para o final da safra. São resistente a ferrugem, escaldadura, carvão, e falsas estrias vermelhas, e intermediaria ao mosaico, estrias vermelhas e ao complexo broca podridões. Tem alto teor de sacarose e excelente adaptabilidade (MATSUOKA, S. *et al.*, 1998 citado por SILVA NETO, 2010).

4.3.3 Tardios

CTC 2

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento médio e despalha facilmente. Os colmos possuem comprimentos e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no final de safra. São resistente á escaldadura, amarelecimento, e ferrugem, e intermediaria á broca de cana e carvão e suscetível o mosaico. Obtém alto teor de fibra, e pouco florescimento e média isoporização (CTC, 2005 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 8

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento intenso e sua despalha são fáceis. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é média e seu período de colheita é no meio da safra. São resistentes á escaldadura, amarelecimento, ferrugem e carvão, e intermediaria á broca de cana e mosaico. Obtém ótima brotação de soqueiras, pouco florescimento e isoporização (CTC, 2006 citado por SILVA NETO, 2010).

CTC 6

A sua touceira tem crescimento levemente decumbente, perfilhamento médio, e sua despalha é facilmente realizada. Os colmos possuem comprimento médio e diâmetro de médio a grosso. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é o meio para o final de safra. São resistentes á escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e mosaico e intermediária á broca de cana. Apresenta baixo teor de fibra e florescimento médio (CTC, 2006 citado por SILVA NETO, 2006).

RB72454

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento intenso e despalha média. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no final de safra. São resistentes á escaldadura e ferrugem e intermediária ao carvão, mosaico e falsas estrias vermelhas e suscetíveis á estrias vermelhas. Apresenta médio teor de fibra, florescimento ocasionalmente e obtém alto teor de sacarose (SALIBE *et al.*, 2008 citado por SILVA NETO, 2010).

RB867515

A sua touceira tem crescimento ereto, perfilhamento médio, e despalha fácil. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é no final de safra. São resistentes á escaldadura, carvão, mosaico e ferrugem e intermediária á falsas estrias vermelhas e á estrias vermelhas. Apresenta teor de

fibra médio, florescimento acima da média e obtém alto teor de sacarose (SALIBE *et al.*, 2008 citado por SILVA NETO, 2010).

IACSP94-2101

A sua touceira tem crescimento semi-ereto, perfilhamento intenso e despalha fácil. Os colmos possuem comprimento e diâmetro médio. Sua produtividade agrícola é alta e seu período de colheita é do meio para o final de safra. São resistentes á escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e mosaico (LANDELL *et al.*, 2005 citado por SILVA NETO, 2010).

4.4 Procedimento para Coleta dos Colmos de Cana

O experimento foi realizado durante a safra 2010/2011 nas condições de cana soca do terceiro corte. No campo, as parcelas experimentais foram compostas de 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento, espaçadas de 1,5 metros , totalizando 90 m² , sendo considerados como área útil, as linhas centrais, descartando-se um metro nas extremidades, bem como a primeira e a quinta linha, resultando em 45 m².

Para retirada das amostras (Figura 3), foi coletado um feixe de cada cultivar (A), totalizando dezoito feixes. Cada feixe continha 10 colmos retirados em seqüência, na linha de plantio dentro da parcela útil. O local de coleta dentro das linhas foi escolhido aleatoriamente no momento da amostragem. Os colmos foram cortados manualmente, despalhados (B), despontados, etiquetados (C) e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol, que está localizado dentro do departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP.

FIGURA 3 - Processamento das retiradas das amostras A- Coleta de cana. B – despalha da cana. C- feixe de cana etiquetado.



4.5 Procedimento Adotado para a Determinação das Frações de Acidez

No Laboratório, o colmo de cana foi encaminhado para o desfibrador de cana (FIGURA 4). Após esse procedimento foi feita a homogeneização do material desintegrado, sendo pesados 500 gramas (FIGURA 5). Seguindo-se o material passou pelo processamento da extração do caldo (FIGURA 6), Primeiramente sendo transferido para a prensa hidráulica (A). Neste momento, aplicou-se uma pressão de 250 kg cm^{-2} por um minuto. Dessa prensagem obteve-se o bolo úmido (B) que é um material fibroso a ser utilizado em outras análises, e o caldo extraído (C). Os caldos extraídos foram filtrados (FIGURA 7) e em seguida realizados as análises de acidez para cada fração.

FIGURA 4 - Desfibrador em funcionamento



FIGURA 5 – Pesagem de 500 gramas do material desfibrado



FIGURA 6 - Processo da extração do caldo. A- prensa hidráulica. B- bolo úmido. C- caldo extraído.



FIGURA 7 – Caldo sendo Filtrado



4.5.1 Acidez Total

Para a acidez total utilizou-se o caldo de cana diluído em água, a qual é submetido á titulação com solução de NaOH (Figura 8), onde o resultado obtido é utilizado para o cálculo da determinação do teor de acidez total presente no caldo.

Este cálculo foi realizado de acordo com o método proposto por Marques (1998), seguindo-se a seguinte equação:

$At = Np \times (Vt - Vbr) \times 49$ sendo:

At: Acidez Sulfúrica Total do caldo (H_2SO_4 , L^{-1} de caldo);

Np: Normalidade exata da solução de Hidróxido de sódio empregada na titulação;

Vt: Volume da solução padronizada de NaOH, gasto na titulação;

Vbr: Volume da solução padronizada de NaOH gasto na titulação da prova em Branco.

FIGURA 8 - Titulação com NaOH



4.5.2 Acidez Volátil

A Determinação foi realizada de acordo com o método proposto por Amerine; Ough (1974), adaptada por Marques (1998). Na acidez volátil utiliza-se o caldo destilado extraído do destilador (Figura 9) diluído em água (Figura 10) ao qual é submetido a titulação com a solução de NaOH. O resultado obtido é utilizado para o cálculo da determinação do teor de acidez volátil presente no caldo.

O cálculo da acidez volátil do caldo foi feito pela seguinte equação:

$A_v = H_p \times (V_v - V_{br}) \times 6,005$, sendo:

A_v : Acidez volátil do caldo (g de ácido acético $C_2H_4O_2$ / L^{-1} de caldo);

N_p : Normalidade exata da solução de Hidróxido de Sódio empregada na titulação;

V_v : Volume da solução padronizada de NaOH, gasto na titulação;

V_{br} : Volume da solução padronizada de NaOH gasto na titulação da prova em branco.

FIGURA 9 - Mini destilador em funcionamento

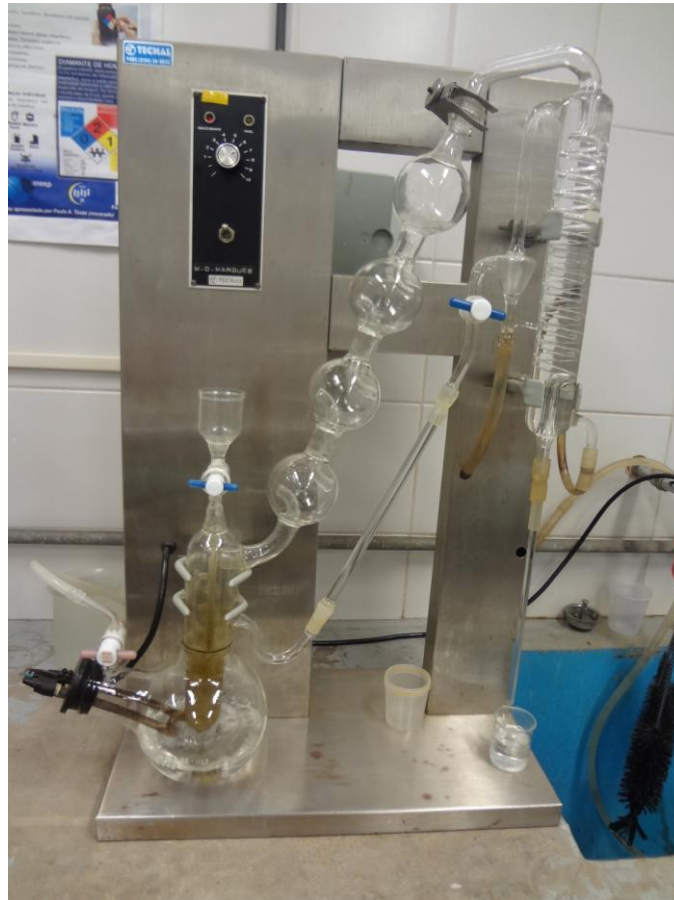


FIGURA 10 – Preparo das amostras para acidez volátil



4.5.3 Acidez Fixa

Foi determinado por meio do cálculo de acordo com o método proposto por Zago *et al*, (1996), adaptada por Marques (1998). O cálculo de acidez fixa do caldo foi feito pela seguinte equação:

$Af = Np \times (Vt - 0,1 \times Vv - Vbr) \times 90,08$, sendo:

Af: Acidez fixa do caldo (g de ácido láctico $C_3H_6O_3 / L^{-1}$ de caldo;

Np: Normalidade exata da solução de Hidróxido de Sódio empregada na Titulação;

Vt: Volume da solução padronizada de NaOH, gasto na titulação;

Vv: Volume da solução padronizada de NaOH, gasto na titulação;

Vbr: Volume de solução padronizada de NaOH, gasto na titulação da prova em branco.

4.6 Estágio da Cana

Na figura abaixo encontra-se os dados do experimento, onde são descritos o números de amostragens durante as análises, as épocas após a primeira coleta, a data de cada amostragem e o estágio em que a cana-de-açúcar se encontrava.

FIGURA 11- Dados do experimento

Número de amostragens	Época (dias após a primeira análise)	Data (d/m/a)	Estádio da cana (meses)
1	0	23/04/2010	05
2	28	21/05/2010	06
3	69	01/07/2010	08
4	112	13/08/2010	09
5	154	24/09/2010	11

4.7 Estatística Empregada

De posse dos resultados obtidos foi realizada a análise de variância pelo Teste F. Quando houve significância na estatística, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cultivares Precoces

Os valores médios obtidos para os Cultivares precoces de Acidez total, fixa e volátil e as médias dos tratamentos secundários estão apresentados na Tabela 1. Como houve interação entre os tratamentos, os resultados serão discutidos por meio das tabelas de desdobramento.

TABELA 1 - Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares precoces de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo as safra 2010/2011

Causas de variação	AT (g H ₂ SO ₄ L ⁻¹)	AV (g C ₂ H ₄ O ₂ L ⁻¹)	AF (g C ₃ H ₆ O ₃ L ⁻¹)
Cultivares (C)			
SP80-1842	1,12 a	0,014 a	2,02a
SP80-1049	0,77 d	0,004 bc	1,39d
CTC 7	0,91 cd	0,003c	1,65cd
CTC 9	1,10 ab	0,01 ^a	1,98ab
IACSP93-3046	0,95 bc	0,008b	1,71bc
CTC 16	0,99 abc	0,015 ^a	1,77abc
DMS 5%	0,16	0,045	0,29
Épocas (dias após a primeira análise-E)			
0	1,06a	0,008b	1,92a
28	1,02ab	0,009ab	1,84ab
69	0,89 c	0,01a	1,61c
112	0,92bc	0,009ab	1,66bc
154	0,97abc	0,013a	1,75abc
DMS 5%	0,12	0,042	0,22
Teste F			
(C)	14,39**	35,22**	13,72**
(E)	4,90**	3,25*	4,96**
(C X E)	6,99**	2,25*	6,87**
Coefficiente de Variação (CV%)			
C.V.% PARCELAS	13,60	35,39	13,82
C.V.% SUB-PARCELAS	13,47	43,57	13,81

1 comparação na vertical para cada um dos fatores estudados. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. DMS – Diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Obsevando a Tabela 2 é possível visualizar o comportamento da acidez total dos seis cultivares precoces. Podemos observar que o cultivar SP80-1842 obteve valor considerado alto no início $1,31 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$. Após um tempo ocorreu a diminuição do teor de acidez, que coincidiu no seu período de colheita, sendo mesmo assim considerada alta, voltando a aumentar novamente ao final do experimento. Esse fator demonstra a necessidade de uma maior atenção para encontrar o momento mais adequado para sua colheita.

O cultivar SP80-1049 e o CTC 16 foram encontrados valores menores de acidez total para as épocas finais, isso indica a importância da realização da análise do caldo durante a safra, pois esse cultivar obteve comportamento contrário do que esperávamos. Os cultivares CTC 9 e CTC 7 obtiveram variações durante o experimento, mas todos os valores acima do recomendado por Ripoli e Ripoli (2004) que define o valor máximo de $0,8 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de acidez total como padrões ideias de qualidade do caldo da cana-de-açúcar. Esses altos valores de acidez podem acarretar inúmeros problemas no processo de industrialização, sendo uma característica indesejável.

O cultivar IACSP93-3046 obteve comportamento semelhante aos citados acima, entretanto obteve em algumas época teores de acidez ($0,67 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$) considerados dentro dos parâmetros estabelecidos que proporciona um caldo de melhor qualidade para as indústrias.

Sendo esses cultivares precoces as épocas iniciais de corte coincidem com altos valores de acidez total, sendo necessário maior atenção para o melhor período de colheita.

TABELA 2 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total

	SP80-1842	SP80-1049	CTC 7	CTC 9	IACSP93-3046	CTC 16	Teste F
0	1,31 Aa	1,15 Aab	0,86 ABb	0,93 Bb	1,06 ABab	1,05 ABab	4,37**
28	0,98 Ba	1,02 Aa	1,13Aa	1,13ABa	0,82 BCa	1,03ABa	2,29 ^{ns}
69	1,00 Ba	0,65 Bb	0,91 ABab	0,95Bab	0,67Cb	1,17Aa	6,79**
112	1,09ABab	0,55 Bc	0,84ABbc	1,21ABa	0,90BCab	0,93ABab	9,03**
154	1,23 Aba	0,47 Bc	0,81Bb	1,27Aa	1,29Aa	0,76Bbc	19,99**
Teste F	3,51*	15,67**	2,89*	4,13*	9,56**	4,10**	

**, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de acidez volátil dos seis cultivares precoces. Os cultivares SP80-1049, CTC 7 e IACSP93-3046 obtiveram pequenas variações, não sendo significativas ao decorrer das épocas, sendo considerado valores adequados. Estes mesmos cultivares ainda apresentaram os menores valores de acidez volátil entre os outros

cultivares analisados, sendo uma característica favorável para a produção das aguardentes. Isto porque, de acordo com Cardoso *et al.* (1999) a acidez volátil é a principal fração para a produção as aguardentes.

O cultivar SP80-1842 e CTC 9 nas épocas iniciais tiveram uma queda no teor de acidez, e voltaram a aumentar. O cultivar SP80-1049 obteve-se esse mesmo comportamento para acidez total, onde os menores valores coincidem com o seu período de colheita, proporcionando um caldo com maior qualidade. O cultivar CTC 16 obteve uma maior variação, ocorrendo aumento com o passar as épocas. Tal comportamento pode ser considerado como prejudicial para a qualidade do caldo, pois esse tipo de acidez em grande quantidade pode resultar em um sabor indesejável para as cachaças, diminuindo a qualidade do produto (CARDOSO *et al.*, 1999).

TABELA 3 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez volátil

	SP80-1842	SP80-1049	CTC 7	CTC 9	IACSP93-3046	CTC 16	Teste F
0	0,011ABa	0,005Aa	0,005Aa	0,015ABa	0,005Aa	0,007Ba	2,52*
28	0,009Ba	0,005Aa	0,004Aa	0,013 Ba	0,010Aa	0,014ABa	2,81*
69	0,02Aa	0,005Ab	0,003Ab	0,011Bab	0,007 Ab	0,018Aa	8,05**
112	0,014ABa	0,003Ac	0,003Ac	0,011Babc	0,005Abc	0,019Aa	6,90**
154	0,01ABb	0,001Ac	0,002Ac	0,02Aa	0,013Ab	0,02Aab	14,30**
Teste F	3,36*	0,53 ns	0,17 ns	4,49**	1,95 ns	3,99**	

**, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

Na Tabela 4 estão presentes os valores de acidez fixa dos seis cultivares precoces. O comportamento dos cultivares é semelhante aos da acidez total, pelo fato de que esta é praticamente constituída pela acidez fixa e apenas uma parte pela acidez volátil (PAULI, 2011). O cultivar SP80-1842 obteve o comportamento similar que das outras acidez, inicialmente valores altos de 2,37g C₃H₆O₃ L⁻¹ e houve uma diminuição no período de colheita para 1,78g C₃H₆O₃ L⁻¹.

O cultivar SP80-1049 obteve valores altos para o começo da safra, e sendo um cultivar precoce coincide com o período da colheita. A presença dos altos teores de acidez encontrados no cultivar acima, pode inibir o metabolismo da levedura, ocasionando a diminuição do rendimento fermentativo na produção do etanol (OLIVA NETO E YOKOYA, 2001).

Segundo Pauli *et al.* (2010), estudando 6 cultivares de cana-de-açúcar precoces, obteve-se resultados satisfatórios para os cultivares CTC 9 0,43 g de C₃H₆O₃ L⁻¹ e IACSP93-

3046 0,51 g C₃H₆O₃ L⁻¹ de acidez fixa, que estão dentro dos parâmetros considerado por (RIPOLI e RIPOLI, 2004), Diferente o que foi encontrado nesse trabalho, o cultivar CTC 9 obteve altos teores de acidez, havendo uma pequena queda na terceira época de análise de 1,71g de C₃H₆O₃ L⁻¹, sendo considerado um valor acima do recomendado, e o IACSP93-3046 observamos que teve uma variação, tendo na segunda e terceira época o seu menor valor de 1,47 g de C₃H₆O₃ L⁻¹ e 1,21g de C₃H₆O₃ L⁻¹ sendo maior do que encontrados por (PAULI, 2011).

O cultivar CTC 7 e o CTC 16 apresentaram menor valor nas épocas finais, ao contrário do que era previsto por ser um cultivar precoce. Uma possível razão para o ocorrido seria de que estes teores podem ser influenciados também pelas condições ambientais, idade da cultura (cana planta/ cana soca) e o ciclo de maturação.

TABELA 4 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares precoces e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa

	SP80-1842	SP80-1049	CTC 7	CTC 9	IACSP93-3046	CTC 16	Teste F
0	2,37Aa	2,09Aab	1,55ABb	1,67Bb	1,93ABab	1,89Aba	4,34**
28	1,78Ba	1,85Aa	2,06Aa	2,04Aba	1,47BCa	1,86Aba	2,30ns
69	1,79Bab	1,18Bc	1,65ABabc	1,71Babc	1,21Cbc	2,11Aa	6,49**
112	1,97ABab	0,98Bc	1,53ABbc	2,20ABa	1,63BCab	1,66ABab	8,76**
154	2,22Aba	0,84Bc	1,46Bb	2,28Aa	2,32Aa	1,35Bbc	19,33**
Teste F	3,51*	15,42**	2,86**	3,98**	9,38**	4,17**	

**,* significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

5.2 Cultivares Médios

Os valores médios de acidez total, fixa e volátil dos cultivares médios e os valores médios de cada época analisada estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 - Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares médios de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo as safra 2010/2011

Causas de variação	AT (g H₂SO₄ L⁻¹)	AV (g C₂H₄O₂ L⁻¹)	AF (g C₃H₆O₃ L⁻¹)
Cultivares (C)			
IACSP95-5000	1,62a	0,013a	2,93a
IAC94-4004	1,21bc	0,014a	2,18b
IAC91-1099	1,25bc	0,01ab	2,25b
SP81-3250	1,31b	0,011a	2,37b
CTC 15	1,06c	0,006b	1,91b
RB855536	1,22bc	0,011ab	2,21b
DMS 5%	0,24	0,0046	0,45
Épocas (dias após a primeira análise - E)			
0	1,06b	0,006c	1,93b
28	1,06b	0,010ab	1,92b
69	1,12b	0,009b	2,03b
112	1,51a	0,014a	2,7a
154	1,62a	0,015a	2,93a
DMS 5%	0,12	0,0024	0,23
Teste F			
(C)	12,55**	7,64**	12,36**
(E)	71,97**	40,42**	69,63**
(C X E)	4,08**	9,59**	3,90**
Coefficiente de Variação (CV%)			
C.V.% PARCELAS	15,90	32,95**	16,18
C.V.% SUB-PARCELAS	10,48	22,07**	10,72

1 comparação na vertical para cada um dos fatores estudados. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. DMS – Diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Na Tabela 6 estão presentes os valores de acidez total dos cultivares ao longo dos períodos analisados. Com exceção do cultivar CTC 15 que houve pequenas variações, e que apresentou seu menor valor de acidez 0,92g de H₂SO₄L⁻¹ no período de colheita recomendado, que é no meio da safra, proporcionado um caldo de melhor qualidade para as indústrias sucroenergéticas, visando o processamento dessa matéria- prima com menor gasto

possível e um bom produto final. Além disso, o baixo teor de acidez observado para este cultivar é um elemento positivo o que poderia dificultar o aparecimento de contaminações na fermentação alcoólica, diminuindo o risco de infecções bacterianas (NOVAES, 1980).

O cultivar IACSP95-5000 apresentou os maiores valores de acidez entre os demais cultivares, onde inicialmente já havia valores de $1,45\text{g H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$, sofrendo acréscimos de acidez ao longo do tempo analisado.

Os demais cultivares obtiveram aumento gradativo nos teores de acidez, onde no momento da maturação estavam com os valores de acidez total próximos aos valores recomendados. Após esse período um aumento expressivo ocorreu, onde segundo Amorim (2005), os aumentos dos teores de acidez podem ser relacionados com a redução de sacarose nos colmos e menor qualidade da matéria prima.

TABELA 6 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total

	IACSP95-5000	IAC94-4004	IAC91-1099	SP81-3250	CTC 15	RB855536	Teste F
0	1,45Ca	0,92Bbc	1,033Bbc	0,89Bbc	1,23Aab	0,86Bc	7,08**
28	1,43Ca	0,86Bb	1,01Bb	1,18Bab	0,93Ab	0,95Bb	5,93**
69	1,53BCa	0,97Bb	1,07Bb	1,15Bb	0,92Ab	1,09Bb	6,10**
112	1,81Aba	1,59Aa	1,55Aa	1,63Aa	1,04Ab	1,46Aa	8,97**
154	1,85Aa	1,71Aa	1,57Aa	1,69Aa	1,16Ab	1,73Aa	7,90**
Teste F	6,83**	27,23**	13,67*	19,41	3,11**	22,12**	

**, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

Na Tabela 7 estão representados aos teores de acidez volátil dos cultivares médios. Para cultivar CTC 15 resultou a melhor média cerca de $0,006\text{g de C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$ Tabela 5, sendo que para o final da safra, ocorreu a diminuição chegando há $0,001\text{g de C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$. Tal comportamento é diferente do encontrados por Pauli (2011), que observou apenas para o cultivar IAC94-4004 o menor valor de acidez $0,009\text{g C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{L}^{-1}$.

Percebemos que no seu período de maturação (CTC 15) não é alcançado o menor teor de acidez, onde a melhor fase para sua colheita é no final da safra, visando a obtenção de um caldo de melhor qualidade para a produção de aguardentes, uma vez que para que não haja sabores indesejáveis em seu produto final é necessário teores baixos de acidez (CARDOSO *et al.*, 1999).

O cultivar IAC94-4004, SP81-3250 e o IACSP95-5000 obtiveram aumento nos teores de acidez ainda na sua fase de maturação, proporcionado um caldo de menor qualidade, onde pode ser uma característica intrínseca de cada cultivar, e assim poderiam ser originados pelo

seu próprio metabolismo da planta (YOKOYA, 1991). Embora exista outras formas ser originados, como, por exemplo, pela contaminação causada pelo metabolismo de bactérias durante os processos industriais (YOKOYA, 1991).

O cultivar IAC91-1099 em sua fase de colheita ocorreu um decréscimo atingindo 0,006g de $C_2H_4O_2L^{-1}$, concordando com o esperado. O RB855536 nas épocas iniciais proporcionou os seus melhores valores de acidez, e com o passar do tempo só veio aumentando os seus teores, precisando assim uma maior atenção para o seu manejo.

TABELA 7- Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez volátil

	IACSP95-5000	IAC94-4004	IAC91-1099	SP81-3250	CTC 15	RB855536	Teste F
0	0,008Ca	0,005Ca	0,004Ca	0,07Ba	0,010Aba	0,004Ca	2,27ns
28	0,010BCa	0,010BCa	0,010Bca	0,010Aba	0,012Aa	0,007Ca	0,84ns
69	0,11BCab	0,014Ba	0,006Cb	0,011ABab	0,006BCb	0,009BCab	3,72**
112	0,02Aab	0,022Aa	0,012Bc	0,014Abc	0,003Cd	0,014ABbc	16,97**
154	0,015Aba	0,02Aa	0,02Aa	0,014Aa	0,001Cb	0,019Aa	20,68**
Teste F	11,36**	25,41**	19,76**	4,46**	9,25	18,14	

**,* significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

Na Tabela 8 estão apresentados os teores da acidez fixa dos cultivares médios. A similaridade de comportamento entre a acidez total e acidez fixa continua, porém o cultivar CTC 15 apresentou seus menores valores que coincidem na sua época de maturação, proporcionando um caldo de melhor qualidade.

Os cultivares IACSP95-5000, IAC94-4004, IAC91-1099 e o RB855536 apresentaram inicialmente um aumento não sendo significativo até a sua época de colheita, logo após esse momento, um aumento ocorreu chegando a altos teores de acidez, cerca de 3,37g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$ para o cultivar IACSP95-5000, essa variação nos teores de acidez, podem ser decorrentes do manejo da cultura no campo, o sistema de corte escolhido e os tratamentos antes e após da extração do caldo (HOMEM, 2010). O cultivar SP81-3250 obteve seu menor teor de acidez na época inicial, apresentando aumento gradativo para a segunda época analisada, e em seu período de maturação uma pequena diminuição, chegando a 2,07g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$. Este resultado é maior do que encontrado inicialmente que foi de 1,62g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$, ocorrendo o inverso do esperado, que era encontrar os menores teores de acidez em seu momento de maturação. Esse aumento de acidez é responsável na diminuição da recuperação do açúcar, prejudicando em varias partes do processo como na clarificação e na recuperação do etanol,

afetando no processo fermentativo e causando interferências no metabolismo das leveduras (PEREIRA, 2007).

TABELA 8 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares médios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa

	IACSP95-5000	IAC94-4004	IAC91-1099	SP81-3250	CTC 15	RB855536	Teste F
0	2,64Ca	1,66Bb	1,87Bb	1,62Bb	2,23Aab	1,56Bb	6,94**
28	2,60Ca	1,55Bb	1,82Bb	2,14Bab	1,67Ab	1,72Bb	5,88**
69	2,77BCa	1,74Bb	1,95Bb	2,07Bb	1,67Ab	1,97Bb	6,02**
112	3,28Aba	2,87Aa	2,81Aa	2,96Aa	1,89Ab	2,64Aa	8,58**
154	3,37Aa	3,08Aa	2,83Aa	3,07Aa	2,11Ab	3,13Aa	7,44**
Teste F	6,52**	26,21**	13,11**	18,91**	3,11**	21,27**	

**,* significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

5.3 Cultivares Tardios

Os valores médios de acidez total, fixa e volátil dos cultivares tardios e os valores médios de cada época analisada estão apresentados na Tabela 9. Vejamos que para os cultivares tardios era esperada diminuição nos teores de acidez presente no caldo nas épocas finais, no momento de sua maturação, cerca de 112 e 154 dias, não foi isso que ocorreu havendo aumento gradativo e nenhuma diminuição nos teores, caracterizado pela má qualidade do caldo.

O cultivar RB867515 apresentou a maior média para acidez volátil 0,014g de $C_2H_4O_2L^{-1}$ e a menor foi obtida pelo cultivar CTC de 0,008g de $C_2H_4O_2L^{-1}$. Ao decorrer do experimento, observamos que só houve aumento em seus teores de acidez volátil, iniciando com o menor valor obtido que foi 0,005g de $C_2H_4O_2L^{-1}$ finalizando com o seu maior valores encontrado cerca de 0,015g de $C_2H_4O_2L^{-1}$. De acordo com Silva Neto (2010) esses aumentos nos teores de acidez, podem estar relacionados com quantidade de impurezas presentes na cana-de-açúcar.

Na Tabela 10 estão apresentados os teores de acidez total para os cultivares tardios. O cultivar RB867515 não houve variação significativa ao longo do período analisado, obtendo uma pequena diminuição no período de maturação, caracterizando uma matéria-prima com melhor qualidade, refletindo um bom produto final.

Ao contrário do cultivar anterior, os cultivares CTC 2 e o CTC 6 no momento de colheita apresentou acréscimos nos teores de acidez ao longo do tempo tendo o maior valor

final com $1,65\text{g de H}_2\text{SO}_4\text{L}^{-1}$ para o CTC 2, coincidindo assim os valores encontrados por Pauli (2011), que também obteve valores altos para o cultivar CTC 2

Segundo Tasso Júnior *et al.* (2009), esse aumento dos níveis de acidez e dextrana no caldo, ao longo da safra, encontrado pelo cultivar CTC 2, pode ser decorrente do tempo de armazenamento por contaminação de bactérias e microrganismos, causando a deterioração.

O cultivar CTC 8, RB72454 e o IACSP94-2101, obtiveram nas épocas iniciais os menores teores de acidez, em sua terceira época de análise ocorreu um aumento, e no quarto período houve uma pequena diminuição dos níveis de acidez, mesmo assim são considerados acima do que recomendado por Ripoli e Ripoli (2004). Nas épocas finais, os valores de acidez apresentaram aumento, e assim indo de contra-mão do que o esperado, uma vez que são cultivares tardios. Esse aumento de acidez pode ser decorrente da contaminação causada pelo metabolismo de bactérias durante os processos industriais (YOKOYA, 1991).

TABELA 9 - Valores médios de acidez total (AT), acidez volátil (AV) e acidez fixa (AF), obtida pelos seis cultivares tardios de cana-de-açúcar nas diferentes épocas analisadas ao longo as safra 2010/2011

Causas de variação	AT (g H ₂ SO ₄ L ⁻¹)	AV (g C ₂ H ₄ O ₂ L ⁻¹)	AF (g C ₃ H ₆ O ₃ L ⁻¹)
Cultivares (C)			
CTC 2	1,07c	0,011ab	1,93c
CTC 8	1,28ab	0,008b	2,31ab
CTC 6	1,37a	0,009b	2,48a
RB72454	1,14bc	0,010ab	2,05bc
RB867515	1,13bc	0,014a	2,04bc
IACSP94-2101	1,18abc	0,010ab	2,13abc
DMS 5%	0,20	0,0048	0,36
Épocas (dias após a primeira análise (E))			
0	0,88c	0,005c	1,60c
28	1,02c	0,009bc	1,84c
69	1,25b	0,011ab	2,26b
112	1,31b	0,012ab	2,38b
154	1,50a	0,015a	2,72a
DMS 5%	0,18	0,0042	0,34
Teste F			
(C)	6,67**	5,01*	6,78**
(E)	27,28**	11,29**	26,73**
(C X E)	3,92**	1,69ns	3,96**
Coefficiente de Variação (CV%)			
C.V.% PARCELAS	13,64	33,62	13,81
C.V.% SUB-PARCELAS	16,62	40,54	16,89

1 comparação na vertical para cada um dos fatores estudados. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. DMS – Diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

TABELA 10 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares tardios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez total

	CTC 2	CTC 8	CTC 6	RB72454	RB867515	IACSP94-2101	Teste F
0	0,66Bc	1,14BCab	0,87Babc	0,76Babc	1,18Aa	0,70Bbc	4,11**
28	0,62Bd	0,90Cbcd	1,36Aa	0,74Bcd	1,13Aabc	1,35Aab	7,96**
69	0,93Bb	1,39Abab	1,41Aa	1,31Aab	1,10Aab	1,35Aab	2,93*
112	1,48Aa	1,35ABCa	1,54Aa	1,22Aa	1,17Aa	1,12Aba	2,34ns
154	1,65Aa	1,61Aa	1,65Aa	1,65Aa	1,09Ab	1,38Aab	4,24**
Teste F	16,91**	5,50**	6,84**	11,29**	0,12 ns	6,22**	

**, * significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

Na Tabela 11 estão apresentados os níveis de acidez fixa dos seis cultivares tardios. O cultivar CTC 6 resultou a maior média desta acidez, sendo 2,48g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$, seguida do cultivar CTC 8 com 2,31g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$, como mostra a (Tabela 9). Porém o primeiro sofreu um aumento nos teores ao longo do experimento finalizando com 3,00g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$, e o segundo variações durante as análises, terminando com o seu maior teores de acidez (Tabela 12).

A menor média foi obtida pelo cultivar CTC 2 com 1,93g de $C_3H_6O_3 L^{-1}$, mostrado na (Tabela 9), porém ocorreu divergências entre os teores finais havendo acréscimo e finalizando com o maior valor encontrado para acidez fixa dos cultivares tardios.

Os cultivares RB72454 e o IACSP94-2010 iniciaram com teores baixos de acidez fixa. No decorrer do tempo, obtiveram aumento, com queda na quarta época de análise, e aumentando novamente no final do experimento. O cultivar RB867515 ocorreu o oposto, havendo uma diminuição nas épocas final não sendo significativa.

TABELA 11 - Efeito da Interação obtida entre os cultivares tardios e as épocas de análise ao longo da safra para acidez fixa

	CTC 2	CTC 8	CTC 6	RB72454	RB867515	IACSP94-2101	Teste F
0	1,18Bc	2,06ABab	1,57Babc	1,38Bcabc	2,14Aa	1,26Bba	4,09**
28	1,11Bd	1,62Bbcd	2,47Aa	1,33Ccd	2,05Aabc	2,46Aab	8,03**
69	1,68Bb	2,53Aab	2,57Aa	2,37Aa	1,98Aab	2,43Aab	2,95*
112	2,68Aa	2,45ABa	2,79Aa	2,21Aba	2,10Aa	2,03ABa	2,38*
154	3,01Aa	2,91Aa	3,00Aa	2,98Aa	1,95Ab	2,49Aab	4,38**
Teste F	17,09**	5,42**	6,72**	11,07**	0,14ns	6,11**	

**,* significativo ao nível de 1% de probabilidade, e significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Letras maiúsculas comparação na vertical, letras minúsculas comparação na horizontal.

6 CONCLUSÃO

Os maiores valores de acidez total e fixa foram decorrentes dos cultivares SP80-1842 (precozes), IACSP95-5000 (médios), CTC 6 (tardios). Para acidez volátil as maiores médias encontradas foram obtidas pelos cultivares CTC 16 (precozes), IAC94-4004 (médios), RB867515 (tardios).

Para o comportamento ao longo as safra:

- Aumento dos níveis de acidez volátil ao longo das análises para os cultivares precozes.

- Para acidez total e fixa, ocorreu aumento nos seus teores de acidez para os cultivares médios, com exceção do cultivar CTC 15 que apresentou decréscimos em seus valores quando comparados com as épocas iniciais, nas três formas de acidez.

- Ao longo do experimento, ocorreu um aumento em seus teores de acidez total e fixa nos cultivares tardios, com exceção do cultivar BR867515 que diminuiu os seus teores quando comparados com as épocas iniciais. Sendo esses cultivares tardios, as épocas finais onde ocorre a tendência de aumento de acidez coincidem com sua época de corte, sendo necessária maior atenção para o melhor período de colheita.

- Não foi possível detectar uma tendência para acidez total e fixa nos cultivares precozes havendo variações em seus teores ao decorrer do experimento.

7 Referencias Bibliográficas

AGRIANUAL 2012: anuário da agricultura brasileira: São Paulo: AgraFNP, anual.

ALCARDE, A. R. Effect of radiation on physiological parameters of the ethanolic fermentation. World journal of microbiology & biotechnology, Netherlands, v18, p. 41-47, 2002.

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. Wine and must analysis. London: Wiley, 1974.

AMORIN, H. V. Fermentação Alcoólica: **Ciência e Tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005, 448p.

ANDRADE, O. V. et al. Avaliação da qualidade do caldo extraído de toletes de cana-de-açúcar minimamente processada, armazenados sob diferentes temperaturas. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v.28, p. 51-55, dez.2008. Suplemento.

CAMARGO, A. T.; SILVA NETO, H. F.; SILVA J. D. R.; MARQUES, M.O. **Teores de acidez no caldo de diferentes partes do colmo de cana (cultivares IACSP94-2101, IACSP93-3046 E IACSP94-4004)**. In: SICUSP, 18., 2010, Piracicaba. Anais Eletrônicos... Piracicaba: USP, 2010.

CANAOSTE, Setor sucroalcooleiro 2010.
http://www.canaoeste.com.br/principal.php?ago=&35local=setor_canavieiro. Acesso 05.Agosto.2012.

CARDOSO, M. G. et al. Cachaça: qualidade e produção. Boletim Técnico Série Extensão, Lavras, v.8, n.53. 01-26p, 1999.

CATOSI, R.C.; SILVA NETO, H. F.; SILVA, J. D. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. **Comparação de cultivares tardios de cana-de-açúcar em relação ao teor de acidez no caldo**. In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 22., 2010, Jaboticabal. Anais Eletrônicos... Jaboticabal: UNESP 2010.

COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR DE CANA-DE-AÇÚCAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Controle de produção integrado aplicado á cana-de-açúcar; Sistema copi. In: SENIMÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONOMICA 1., Piracicaba, 1982. Anais. Piracicaba: Copersucar, 1982. 193-209p.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2006. 412p.

HOMEM, R. F. M. **Acidez no caldo extraído de diferentes partes do colmo de cana-de-açúcar**. 2010. 54f. Trabalho de conclusão do curso- Faculdade de Tecnologia em Biocombustíveis, Centro Paula Souza, Jaboticabal, 2010.

HOMEM, R. F. M.; SILVA, J. D. R.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. **Teores de acidez no caldo de cana-de-açúcar(cultivares RB867515, RB72454 E SP81-3250) extraído de diferentes partes do colmo**. In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 22., 2010, Jaboticabal. Anais Eletrônicos... Jaboticabal: UNESP, 2010. Disponível em: http://prope.unesp.br/xxii_cic/trabalhos_fase1.php Acesso: 25. Agosto. 2012

LAVANHOLI, M. G. D. P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria prima para produção de açúcar e álcool. In: **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. 697-722p.

MARQUES, M. O. **Determinação da acidez total, acidez volátil e cálculo da acidez fixa em caldo de cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1998. 3p. Roteiro de aula prática.

MARQUES, M. O. *et al.* Consideração sobre a qualidade da matéria prima. In: **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. 9-16p.

MATSUOKA, S.; MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoria da cana-de-açúcar. In: Borém, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa. MG: UFV. 2005. 225-274p.

MOZAMBANI, A. E. *et al.* História e morfologia da cana-de-açúcar. In: **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. 11-18p.

NOVAES, F. V. Matérias- primas para a produção de álcool. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA E ECONOMIA DO ÁLCOOL, 1., 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1980. 03-07p.

OLIVEIRA F. C. R. **Ocupação, emprego e remuneração na cana-de-açúcar e em outras atividades agropecuárias no Brasil de 1992 a 2007**. 2009, 160f. Dissertação (mestrado)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

OLIVA NETO, P; YOKOYA, F. **Susceptibility of Saccharomyces cerevisiae and lactic acid bacteria from the alcohol industry to several antimicrobial compounds**. Brazilian Journal of Microbiology, v.32, p.10-14, 2001.

PAULI, F, A, **Acidez em caldo de cultivares de cana-de-açúcar ao longo da safra 2009/2010**. 2011. 48f. Trabalho de conclusão de curso- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

PAULI, F. A.; SILVA NETO, H. F.; SILVA J. D. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. **Acidez em caldo de cultivares precoces de cana-de-açúcar, safra 2008/2009.** In: SICUSP, 18., 2010, Piracicaba. Anais Eletrônicos... Piracicaba: USP, 2010. Disponível em: <http://sistemas.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4925&numeroEdicao=18> Acesso 25. Setembro.2012.

PEREIRA, C. B. **Acidez do caldo na caracterização de cultivares de cana-de-açúcar.** 2007. 53f. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar:** Colheita, energia e ambiente, Piracicaba: T. C. C. RIPOLI, 2004. 302p.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: **Cana-de-açúcar.** Campinas: instituto agrônomo, 2008. 47-49p.

SEGATO, S. V. *et al.* Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: **Atualizações em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP 2, 2006. 20-36p.

SILVA NETO, H. F. *et al.* **Aspectos agrotecnológicos, florescimento, impurezas vegetais e produção de bagaço de cultivares de cana-de-açúcar.** 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SILVA, J. D. R.; SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. **Variações nos níveis de acidez em cultivares de cana-de-açúcar no final de safra.** In: SIMCANA, II., 2010, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF. 1 CD

TASSO JÚNIOR, L. C.; SILVA NETO, H. F.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A.; ROMÁN, R. A. A.; **Calidad química em el almacenamiento de la caña de azúcar.** In: VIII Técnicaña – Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 8, Memórias, p. 771-779, 2009.

ÚNICA- UNIÃO CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cultivo da cana hoje. 2012. Disponível em: < <http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode=9E97665F-3A81-46F2-BF69-26E00C323988>> Acesso: 12 Set. 2012.

ÚNICA- UNIÃO CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Setor sucroenergético - Consecana. 2012. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/content/show.asp?cntCode={6ED1BE65-C819-4721-B5E7-312EF1EA2555}>> Acesso: 17 Set. 2012

ZAGO, E. A. *et al.* **Métodos analíticos para o controle da produção de álcool e açúcar.** Piracicaba: Fermentec, 1996.

YOKOYA, F. Problemas com contaminantes na fermentação alcoólica. Stab: Açúcar, Álcool e Subprodutos Piracicaba, v 9, nº 6, p. 38-39, 1991.