



Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

ACIDEZ NO CALDO EXTRAÍDO DE DIFERENTES PARTES DO COLMO DE CANA-DE-AÇÚCAR

RAFAEL FERNANDES MODESTO HOMEM

**Orientadores: Prof. Dr. Marcos Omir Marques
MSc. Hélio Francisco da Silva Neto
Prof. Dr. Fábio Camilotti**

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

**Jaboticabal – SP
Dezembro/2010**

Homem, Rafael Fernandes Modesto

H765a Acidez no caldo extraído de diferentes partes do colmo de cana-de-açúcar /
Rafael Fernandes Modesto Homem.— Jaboticabal : Fatec, 2010.
54f.

Orientadores: Prof. Dr. Marcos Omir Marques
MSc. Hélio Francisco da Silva Neto; Prof. Dr. Fábio
Camilotti

Trabalho (Graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, 2010.

1. Açúcar. 2. Ácidos. 3. Entrenó. 4. Etanol. 5. *Saccharum* spp. 6.
Cultivares. I. Marques, M. O. II. Silva Neto, H. F. de III. Camilotti, F.
IV. Título.

CDU 664.11



Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ACIDEZ NO CALDO EXTRAÍDO DE DIFERENTES PARTES DO COLMO DE CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: RAFAEL FERNANDES MODESTO HOMEM

ORIENTADORES: PROF. DR. MARCOS OMIR MARQUES
MSc. HÉLIO FRANCISCO DA SILVA NETO
PROF. DR. FÁBIO CAMIOTTI

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 grau de Tecnólogo.

Prof. Dr. Marcos Omir Marques _____

Engenheira Agrônoma Joana Diniz Rosa da Silva _____

Prof. Dra. Sandra Helena Unêda Trevisoli _____

Data da apresentação: 10 de dezembro de 2010.

Presidente da Comissão Examinadora

**Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar, não apenas planejar,
mas também acreditar.**

(Anatole France)

DEDICO...

Ao professor e amigo, Marcos Omir Marques, pela valorosa amizade, confiança, dedicação e orientação no desenvolvimento do trabalho.

Ao grande amigo, Hélio Francisco da Silva Neto pelos ensinamentos no estágio e pela grande ajuda e dedicação, pois sem ela seria muito difícil a realização deste trabalho.

Em memória dos meus avôs, Francisco e Maria, os quais foram fundamentais na minha educação e formação. E meus avôs que são presentes e muito importante na minha vida, Joel e Alice.

Ao meu irmão e amigo Bruno que sempre me ajudou e me ensinou muito.

A minha namorada e companheira Maitê que sempre me ajudou e deu forças nos momentos difíceis, pois sem ela seria muito difícil a realização deste trabalho.

Aos meus pais, com muito amor.

Eduardo e Sirlene

Pelo constante apoio, carinho, dedicação, amizade, confiança e educação que me deram. Minha fonte de inspiração, onde sempre busquei determinação nos momentos de dificuldade. A vocês, minha eterna admiração e gratidão. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Principalmente, a Deus, pelas conquistas que me permitiu até o momento.

À Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal – FATEC, por ser uma ótima universidade e oferecer a oportunidade de me graduar.

Ao orientador Prof. Dr. Marcos Omir Marques pela amizade, auxílio, compreensão e ensino durante todo o estágio.

Ao co-orientador Prof. Dr. Fábio Camilotti pelo ensino e pela competência e pela grande ajuda na realização deste trabalho.

Ao co-orientador e grande amigo Hélio Francisco da Silva Neto pelo auxílio, incentivo, ajuda e companheirismo ao longo de todo o estágio.

À todos os professores que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Aos meus amigos, irmãos e companheiros de estudo e descontração, João (Péde-cana), Mário (Pinguélo), Alexandre (Bomba), Bernardo, Douglas (Sinuca), Luiz Gustavo (Beykon) e o Marcelo pela sincera e verdadeira amizade durante os anos acadêmicos.

Em especial às minhas amigas que se tornaram irmãs Lidiane e Amanda pelo apoio e amizade que me ofereceram durante a graduação, aos quais, sem elas seria muito difícil a realização deste trabalho.

E a todos os meus companheiros de classe.

À minha amiga Luciene (Pira) pelo companheirismo e ajuda nas análises de acidez e a todo o pessoal que de alguma forma contribuiu para que fossem realizadas as análises de acidez.

E por fim a todas as outras pessoas que, imperdoavelmente, esqueci de agradecer, mas que levarei comigo a lembrança de sua ajuda.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE GRÁFICOS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. Histórico da cana-de-açúcar	16
3.2. Evolução dos programas de melhoramento genético de cultivares de cana-de-açúcar no Brasil.....	17
3.3. Características das partes do colmo: nó e entrenó.....	19
3.4. Acidez.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Caracterização geográfica da área experimental	25
4.2. Clima	25
4.3. Solo.....	26
4.3.1. Preparo do solo	27
4.3.2. Análise do solo	27
4.3.3. Correção da acidez do solo.....	28
4.4. Plantio.....	28
4.5. Corte	28
4.6. Condução e manejo	29
4.7. Cultivares.....	29
4.7.1. RB72454.....	29
4.7.2. RB867515.....	30
4.7.3. CTC 6	30
4.8. Delineamento experimental.....	31
4.9. Procedimentos realizados com as amostras de cana.....	32
4.9.1. Acidez volátil.....	34
4.9.2. Acidez total.....	35
4.9.3. Acidez fixa.....	36

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÕES	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8. ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Região nodal (nó e entrenó) do colmo	21
FIGURA 2 – Vista aérea em detalhes dos blocos do experimento.....	25
FIGURA 3 – Corte manual dos colmos.....	32
FIGURA 4 – Despalha e desponte dos colmos	32
FIGURA 5 – Separação em nós e entrenós	33
FIGURA 6 – Nós e entrenós.....	33
FIGURA 7 – Desfibrador	33
FIGURA 8 – Pesagem de 500 gramas	33
FIGURA 9 – Prensa hidráulica.....	33
FIGURA 10 – Caldo extraído.....	33
FIGURA 11 – Destilador de álcool	34
FIGURA 12 – Caldo destilado	34
FIGURA 13 – Titulação com a solução de NaOH do caldo destilado.....	35
FIGURA 14 – Preparo das amostras para as análises de acidez total	35
FIGURA 15 - Titulação com a solução de NaOH do caldo diluído.....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008	27
TABELA 2. Características granulométricas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008.....	27
TABELA 3. Valores médios de acidez total ($\text{gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo), volátil ($\text{gC}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ de caldo) e fixa ($\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo) para os cultivares em estudo e as diferentes partes do colmo (nó e entrenó), além de variáveis estatísticas	38

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Dados agroclimatológicos da área experimental.....	26
GRÁFICO 2. Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez total ($\text{gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo)	40
GRÁFICO 3. Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez volátil ($\text{gC}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ de caldo).....	41
GRÁFICO 4. Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez fixa ($\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo).....	42

RESUMO

Os teores de acidez presentes no caldo de cana podem ocasionar diversos problemas dentro do processamento da cana-de-açúcar. A acidez do caldo pode ser oriunda do ácido sulfúrico (acidez total), do ácido acético (acidez volátil) e do ácido láctico (acidez fixa, que consiste na somatória das duas frações de acidez). Elevados valores de acidez influenciam em diversas etapas do processo industrial, tais como: inibição de leveduras, redução no rendimento fermentativo, diminuição da qualidade de aguardentes e aumento do custo para produção de açúcar. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo comparar os valores de acidez total, volátil e fixa presentes no caldo extraído de nós e entrenós do colmo de cultivares de cana-de-açúcar. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol da FCAV/UNESP-Jaboticabal, SP. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. Os tratamentos principais foram os três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB867515 e CTC 6) e os tratamentos secundários as duas partes do colmo (nó e entrenó). Os colmos de cana coletados foram separados em nó e entrenó, com auxílio de serra elétrica. Após a extração de caldo de cada parte do colmo, foi realizada a determinação da acidez total e volátil. De posse destes dados, foi calculada a acidez fixa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e quando significativas, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os cultivares RB72454 e RB867515 apresentaram os menores teores de acidez total e fixa. O cultivar CTC 6 obteve os resultados menos satisfatórios, apresentando elevados teores de acidez total e fixa, em ambas as partes do colmo, e de acidez volátil no nó. Tais resultados nos permitem inferir da necessidade de maior atenção em caldos deste cultivar. Na comparação entre as partes do colmo, os valores de acidez volátil não apresentaram um padrão definido, impossibilitando assim a definição de qual parte do colmo apresenta maiores valores para esta fração de acidez. O nó obteve no geral, maiores valores de acidez total e fixa, porém alguns cultivares apresentaram resultado inverso, indicando a necessidade de maiores estudos visando esta comparação.

Palavras-chave: açúcar, ácidos, entrenó, etanol, *Saccharum spp*, cultivares.

ABSTRACT

The levels of acidity present in sugarcane juice can cause several problems in the processing of cane sugar. The acidity of the juice can be derived from the sulfuric acid (total acidity) of acetic acid (volatile acidity) and lactic acid (fixed acidity, which is the sum of two fractions of acidity). High acidity values influence at various stages of industrial process, such as inhibition of yeast fermentation yield reduction, decreased quality of sugarcane rum and increasing the cost for producing sugar. Thus, this study aimed to compare the values of total acidity, volatile and fixed present in juice of stem nodes and internodes of the cultivated sugar cane. The experiment was conducted at the Laboratory of Technology of Sugar and Ethanol FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 3x2, with four replications. The main treatments were three varieties of cane sugar (RB72454, RB867515 and CTC 6) and the sub both sides of the stem (node and internode). The cane stalks were collected in separate node and internode, with the aid of chainsaws. After extraction of juice from each piece of stem, was conducted to determine the total and volatile acidity. In possession of these data, was calculated fixed acidity. The results were subjected to analysis of variance by F Test and when significant means were compared by Tukey test at 5% probability. The cultivars RB867515 and RB72454 showed the lowest levels of total acidity and fixed. Cultivar CTC 6 showed less satisfactory results, showing high levels of acidity and fixed on both sides of the stem, and volatile acidity in the node. These results allow us to infer the need for greater attention in broths of this cultivar. Comparing the share of stem, values of volatile acidity did not show a definite pattern, thus making it impossible to define which part of the stem higher values for this fraction of acidity. The node was able, in general, higher acidity and fixed, but some cultivars showed opposite results, indicating the need for more studies to this comparison.

Keywords: sugar, acids, internode, ethanol, *Saccharum* spp, cultivars.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) é uma das principais culturas do Brasil, sendo cultivada em vários estados. Da industrialização da cana-de-açúcar obtêm-se produtos como o açúcar, etanol (anidro e hidratado), vinhaça (fertilizante) e o bagaço no qual é utilizado atualmente para a cogeração de energia elétrica.

Atualmente a indústria canavieira passa por um processo de grande crescimento. Parte disso é devido ao aumento da demanda por etanol no mercado interno, impulsionada pela produção dos veículos bicombustíveis, e pelo crescente aumento da utilização de etanol, por ser uma das principais alternativas para um mundo mais sustentável. A outra parte está no elevado preço do açúcar no mercado mundial, obtido pela queda de produção da Índia.

Para atender a toda essa demanda, apesar da incorporação de novas regiões produtoras, é inevitável a otimização da escala produtiva. Dessa forma, a utilização de novos cultivares e a avaliação da qualidade da cana tornam-se fundamentais para tentar suprir todas as necessidades tanto do mercado interno como do mercado externo (NÓBREGA; DORNELAS, 2006).

A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima, tem uma grande relação com a qualidade do produto final. Dentre as diversas variáveis utilizadas na avaliação da qualidade da matéria-prima, os teores de acidez presentes no caldo de cana se destacam, na medida em que estes ácidos podem ocasionar inúmeros problemas para o processo de industrialização da cana-de-açúcar (ZANINETTI FILHO, 2008).

A acidez do caldo de cana pode ser proveniente do ácido láctico, oriundos de bactérias do gênero *Lactobacillus* sp (ALCARDE, 2002). Neste caso é denominado acidez fixa. Quando presente em elevados valores, pode inibir o metabolismo da levedura, reduzindo assim o rendimento fermentativo durante o processo de produção de etanol (OLIVA NETO; YOKOYA, 2001).

Porém, se a sua origem é o ácido acético (oriundo de bactérias *Acetobacter* sp), se estabelece a acidez volátil do caldo (ALCARDE, 2002). Esta acidez se constitui na principal fração ácida das aguardentes (LIMA; NOBREGA, 2004) e quando presente em valores elevados, diminuem a qualidade deste produto (CARDOSO et al, 1999).

A acidez total é definida como a somatória da acidez volátil com a acidez fixa. Na indústria canavieira é a principal forma de determinação da acidez, sendo expressa em ácido sulfúrico por litro de caldo (PEREIRA, 2007). Ripoli e Ripoli (2004) estimam valores de acidez sulfúrica abaixo de 0,8 g de H₂SO₄ L⁻¹ de caldo como padrões ideais de qualidade do caldo de cana-de-açúcar. Quando presente em elevados valores influenciam negativamente o processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar, devido ao aumento da quantidade de cal requerida para o ajuste do pH (DELGADO E AZEREDO CESAR, 1977).

No caldo de cana os ácidos orgânicos podem ser provenientes do próprio processo metabólico da cana-de-açúcar, e sendo assim seria uma característica intrínseca, ou seja, uma característica genética de cada cultivar intensamente influenciada pelas condições ambientais e idade da cultura.

Entretanto, existe a possibilidade de que os ácidos orgânicos presentes sejam consequência do metabolismo de bactérias que contaminam a cana e os caldos durante os processos industriais (YOKOYA, 1991). A exposição do colmo por estar picado gera uma maior contaminação do caldo pelo ataque de microrganismos (KROES; HARRIS, 1994). Marques et al. (2009), estudaram os diferentes sistemas de cortes de cana-de-açúcar e observaram que a cana queimada e picada apresentou maiores valores de acidez total em relação aos outros sistemas de cortes analisados tais como a cana crua inteira e cana queimada inteira.

Dessa forma, as partes do colmo nó e entrenó também apresentam diferentes teores de acidez. Silva Neto et al. (2010a) analisaram o processo de deterioração que ocorre nas diferentes partes do colmo decorrentes do tempo de armazenamento, e observaram aumento nos teores de acidez tanto para os nós como para os entrenós. Porém, os índices de acidez fixa, total e volátil dos nós foi sempre maior do que a do entrenó.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo comparar os valores de acidez total, volátil e fixa presentes no caldo extraído de nós e entrenós do colmo de cultivares de cana-de-açúcar.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Histórico da cana-de-açúcar

A origem da cana-de-açúcar tem como provável local, a região leste da Indonésia e Nova Guiné, espalhando-se para várias ilhas do sul do Oceano Pacífico, Indochina, Arquipélago da Malásia e Bengala. Os primeiros a desenvolverem técnicas de produção de açúcar foram os Persas (DELGADO; AZEREDO CESAR, 1977).

Há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil seja anterior à época dos descobrimentos, mas o seu desenvolvimento se intensificou com a criação dos primeiros engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses. A cana-de-açúcar pertence à família Gramineae, tribo Andropogoneae e gênero *Saccharum*. Cinco espécies de *Saccharum* são reconhecidas: *S. officinarum*, *S. sinensis*, *S. barberi*, *S. spontaneum* e *S. robustum* (MOZAMBANI et al, 2006). É uma planta semitropical perene que sofre influências do clima em todo o ano, diferente das culturas anuais que só sofrem influências em períodos limitados (UDOP, 1980).

A cana-de-açúcar é constituída de um sistema radicular, de colmos (onde a sacarose é armazenada) e de folhas dispostas ao redor da cana (MANTELATTO, 2005). A cana-de-açúcar é composta de 8 a 18% de fibra (celulose, lignina e pentosanas) e 86 a 92% de caldo, sendo 75 a 82% de água e 18 a 25% de sólidos solúveis. Os sólidos solúveis se dividem em açúcares (15,5 a 27%) e não-açúcares (1 a 2,5%). Os açúcares são formados por sacarose (12 a 18%), glicose (0,2 a 1%) e frutose (0 a 0,5%). Já os não-açúcares são constituídos de orgânicos (0,8 a 1,8%) e inorgânicos (0,2 a 0,7%). Os não-açúcares orgânicos são constituídos de aminoácidos, ácidos, ceras, corantes e gorduras (MARQUES; MARQUES; TASSO JUNIOR, 2001).

A cultura da cana-de-açúcar é de grande versatilidade, sendo utilizada para diversos fins. Do caldo obtêm-se o açúcar, a cachaça, o etanol e a rapadura; do bagaço, a energia sendo obtida por meio da cogeração, o papel, a ração, o adubo e o etanol através da hidrólise ácida e enzimática; das folhas a cobertura morta ou ração animal e energia; do melaço e da torta de filtro, que são resíduos da produção de açúcar, pode-se fazer etanol e utilizar como fertilizante e a vinhaça (resíduo da fabricação do etanol) pode ser utilizada como fertilizante por ser rica em potássio.

O crescente interesse na obtenção de fonte alternativa de energia, que contribua na redução da emissão CO₂, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio e enxofre fez com que se aumentasse a área das futuras safras de cana-de-açúcar (URQUIAGA; ALVES; BOODEY, 2005).

O complexo sucroalcooleiro ocupa lugar de destaque no agronegócio brasileiro produzindo açúcar e etanol combustível entre outros produtos de relevância para a economia nacional. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. De acordo com o terceiro levantamento de campo feito da safra 2010/2011, realizado entre novembro e dezembro de 2010 pela CONAB, foi constatado que no Brasil a produção de cana-de-açúcar, para todos os usos, foi de 624.991 milhões de toneladas com um incremento de 3,40% em relação à safra 2009/2010, e a área colhida foi de 8.033,6 milhões de hectares. O Estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar com 54,23%, ou seja, 4.357,01 milhões de hectares (CONAB, 2011).

Nos dias atuais, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de proporcionar melhores condições de desenvolvimento e produção da cultura de cana-de-açúcar. Como exemplo, a obtenção de novos cultivares obtidos por meio do melhoramento genético.

3.2. Evolução dos programas de melhoramento genético de cultivares de cana-de-açúcar no Brasil

Nos últimos anos, o Brasil vem adquirindo aumentos consideráveis em sua participação mundial na produção de cana-de-açúcar e de seus derivados (ZANINETTI FILHO, 2008). O setor canavieiro passa por um processo de grande crescimento, estimulado, principalmente, pelo aumento na demanda de etanol, tanto no mercado interno, (em função do avanço da tecnologia dos veículos bicompostíveis), tanto no mercado externo pelo crescente

interesse mundial na utilização do etanol, em mistura à gasolina (NÓBREGA; DORNELAS, 2006).

Para que este crescimento seja mantido, não deverá apenas ser apoiado no aumento da produção, em função da incorporação de novas áreas, mas pelo aumento da produtividade. A contribuição do melhoramento genético vegetal com o lançamento de novos cultivares geneticamente superiores, e do desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas, tanto fitotécnicas de manejo da cultura, como industriais, é de fundamental importância (NÓBREGA; DORNELAS, 2006).

A primeira base técnica para a pesquisa de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil foi criada em 1910 (MIOCQUE, 1993). Até final dos anos 20, os principais cultivares comerciais do Brasil eram até então, de países como a Índia, de Java e dos Estados Unidos. O melhoramento genético no Brasil, nesse período limitava-se apenas ao estudo do comportamento desses cultivares nas várias regiões produtoras (NÓBREGA; DORNELAS, 2006).

Em 1922 teve início os trabalhos e pesquisas com melhoramento genético devido, ao surgimento da doença “sereh”, cujo agente causal é um vírus e, posteriormente, o mosaico e a gomose, proporcionando prejuízos bastante significativos na produção de açúcar (LANDELL et al, 2006). Landell et al. (1997) relataram que em 1934 Aguirre Júnior instalou o primeiro programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, dando prioridade, ao estudo de genótipos introduzidos de regiões exógenas como Índia (sigla Co), Java (sigla POJ) e Estados Unidos (sigla CP).

Já no final da década de 30, os resultados experimentais indicavam ser a variedade da Índia Co 290 superior quando comparada as POJs (variedades de Java) e CPs (variedades dos Estados Unidos). A partir das décadas de 40 e 50, foram avaliados os primeiros genótipos desenvolvidos pelos programas da Estação Experimental de Campos, (sigla CB), e pelo programa do Instituto Agrônomo de Campinas, (sigla IAC), resultando nos primeiros cultivares brasileiros: IAC34373, IAC34536 e IAC34553 (NÓBREGA; DORNELAS, 2006).

Dessa forma, o Instituto Agrônomo de Campinas, foi o grande precursor da pesquisa agrícola brasileira, e desenvolveu em 1892, com o auxílio de Franz W. Dafert, o primeiro estudo com a cana-de-açúcar envolvendo 42 cultivares (LANDELL et al, 1997).

Segundo Vencovsky (1986), o número de cultivares disponíveis de uma determinada espécie num país pode ser considerado como uma das medidas de progresso de sua agricultura.

Os cultivares de cana-de-açúcar entram em decadência depois de anos de cultivo e por isso precisam ser substituídos periodicamente (CESNIK, 2006). O principal motivo do aumento de produtividade deve-se aos programas de melhoramento genético de cultivares que há muito tempo vêm sendo conduzidos pelos Institutos de Pesquisa (ZANINETTI FILHO, 2008).

Para se ter uma idéia, em 1980 a produtividade da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo era de 70 t ha⁻¹. Já em 1990, a média chegava a 76 t ha⁻¹, alcançando 80 t ha⁻¹ em 1994 (BALSADI; FARIA; NOVAES FILHO, 1996). Em 2010 a produtividade da cultura de cana-de-açúcar segundo a CONAB (2011) foi de 77 t ha⁻¹, essa redução da produtividade foi consequência das chuvas abaixo das médias históricas (CONAB, 2011).

Os objetivos de um programa de melhoramento genético são: variedades melhoradas, portadoras de genes capazes de expressar alta produtividade, melhor qualidade industrial, assim como alta adaptação, boa resistência e tolerantes a fatores adversos, tanto bióticos como abióticos (NÓBREGA; DORNELAS, 2006). Segundo Barbosa (2000); Cesnik e Miocque (2004) os cultivares atuais são oriundos de hibridações interespecíficas entre *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum* e *S. barberi* e da hibridação intergenética entre os gêneros *Saccharum*, *Ripidium* e *Sclerostachya*.

Existem no Brasil quatro programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar: RIDESA (RB), Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e CANAVIALIS (CV) (SANTOS; GERALDI, 2007).

Atualmente, os programas brasileiros de melhoramento genético da cana contam com genótipos de alta qualidade, destinados tanto a produção de açúcar e etanol, como para a produção de forragem destinada para a alimentação animal (NÓBREGA; DORNELAS, 2006). Dessa forma, o manejo varietal da cana-de-açúcar é importante na busca de um aumento na produção sem alterar o custo (NASCIMENTO et al, 2002).

3.3. Características das partes do colmo: nó e entrenó

Os colmos de cana-de-açúcar apresentam formato cilíndrico e são compostos por nós e entrenós, e podem ser definidos como a porção acima do solo, que sustenta as folhas e a inflorescência. Os colmos apresentam diversas formas, cores e aparências, típicas de cada genótipo, muito úteis nas descrições e identificações de cada cultivar. Vários fatores afetam o

crescimento dos colmos, sendo eles: a água, nutrição, temperatura, luz e área foliar (DINARDO-MIRANDA; VASCONCELOS; LANDELL, 2008).

A propagação vegetativa da cana-de-açúcar é, normalmente, feita através de toletes contendo uma ou mais gemas. A gema nada mais é do que um colmo em miniatura, contendo nós, entrenós e primórdios de raiz e de gema que também se desenvolverão para produzir outros colmos. Os toletes são formados pelo nó e entrenó (CASAGRANDE, 1991).

O nó (FIG. 1) é uma região importante na descrição de cultivares de cana-de-açúcar, pois engloba a gema, a cicatriz foliar, o anel de crescimento e a zona radicular, bastante variável entre os genótipos de cana. A gema ajuda na identificação do cultivar. Além disso, possui um poro germinativo que ao germinar emite um broto, dando origem a um novo colmo. Quando a base da bainha da folha se destaca do colmo forma a cicatriz foliar. O anel de crescimento fica na base do entrenó e se diferencia das demais partes do colmo pela sua coloração. Já a zona radicular fica situada entre o anel de crescimento e a cicatriz foliar e possui uma coloração semelhante ao entrenó (MOZAMBANI et al, 2006).

O entrenó (FIG. 1) é a parte do colmo que fica entre dois nós, apresentando-se de forma cilíndrica, em carretel, conoidal, obconoidal, tumescente ou ainda em barril. O internódio pode ter um diâmetro de 2 cm, ou estar entre 2 e 3 cm, ou ainda ter mais de 3 cm. A exposição do internódio ao sol pode modificar a cor da casca. Os internódios ao envelhecerem podem surgir algumas manchas de coloração clara e riscos longitudinais (MOZAMBANI et al, 2006).

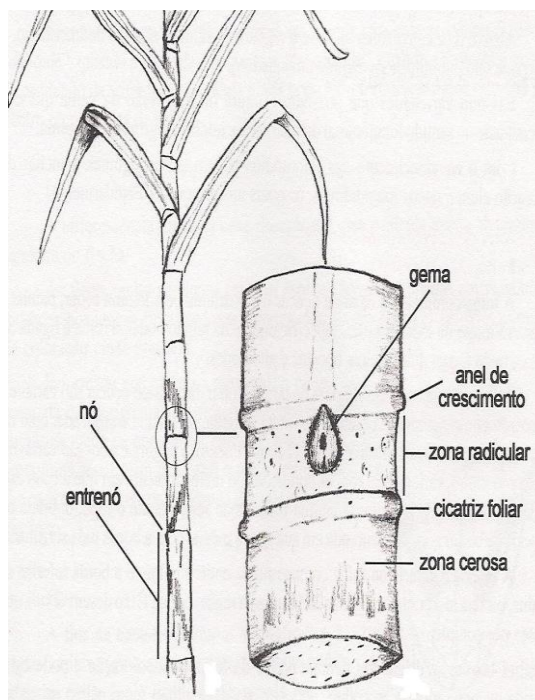


FIGURA 1 - Região nodal (nó e entrenó) do colmo.

FONTE: MOZAMBANI et al, (2006).

O caldo oriundo destas diferentes partes do colmo da cana apresentam diferente qualidade. Silva Neto et al. (2010a) analisaram o processo de deterioração que ocorrem nas diferentes partes do colmo decorrentes do tempo de armazenamento, e observaram aumento nos teores de acidez tanto para os nós como para os entrenós. Porém, os índices de acidez fixa, total e volátil dos nós foi sempre maior do que a do entrenó.

3.4. Acidez

No caldo de cana estão presentes ácidos orgânicos e inorgânicos. A maioria estão na forma de sais (BAIKOW, 1982), e ocorrem na faixa de 1,0% a 3,0% e 1,5% a 4,5%, sendo esses valores expressos em relação à cana (CHEN E CHOU, 1993). Dentre os ácidos orgânicos podemos destacar: cítrico, málico, oxálico, acético, láctico, mesacônico, succínico, fumárico, serínico e aconítico (CHEN E CHOU, 1993).

No caldo de cana os ácidos orgânicos podem ser provenientes do próprio processo metabólico da cana-de-açúcar, e sendo assim seria uma característica intrínseca, ou seja, uma característica genética de cada cultivar intensamente influenciada pelas condições ambientais

e idade da cultura. Entretanto, existe a possibilidade de que os ácidos orgânicos presentes são conseqüência do metabolismo de bactérias que contaminam a cana e os caldos durante os processos industriais (YOKOYA, 1991).

Dessa maneira, a cana-de-açúcar está sujeita à uma variação nos teores de acidez, que vão desde a cultura no campo, passando pelos sistemas de corte utilizados e tratamentos antes e depois da extração do seu caldo.

Os teores de acidez estão inteiramente relacionadas com a fertilidade do solo, sendo que quanto mais férteis, maiores os teores de ácidos encontrados. Além disso, a quantidade de cortes (cana planta/cana soca) também influenciam os valores de acidez, sendo que em cana soca, foram encontrados maiores teores de ácidos, tendo em vista que a quantidade de restos vegetais no solo ao longo do ciclo é maior que o encontrado em cana planta, em decorrência da troca, com conseqüente morte do sistema radicular emitido no ciclo anterior (PEREIRA, 2007).

O tipo do sistema de corte da cana-de-açúcar pode influenciar nos índices de acidez do caldo. A colheita mecanizada de cana-de-açúcar gera uma redução na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (MAGALHÃES; BRAUNBECK, 1998). A exposição do colmo por estar picado, gera uma maior contaminação do caldo pelo ataque de microrganismos (KROES; HARRIS, 1994). Marques et al. (2009), estudaram os diferentes sistemas de cortes de cana-de-açúcar e observaram que a cana queimada e picada apresentaram maiores valores de acidez total em relação aos outros sistemas de cortes analisados tais como a cana crua inteira e cana queimada inteira.

O armazenamento de cana-de-açúcar também gera um maior consumo de sacarose e um maior aumento na acidez do caldo (AMORIM et al, 2000). Andrade; Porto; Spoto (2008) estudaram o armazenamento de caldo de cana por vinte e quatro dias em diferentes temperaturas, observaram que o caldo armazenado a temperatura ambiente sofreu aumentos nos índices de acidez titulável ao longo dos vinte e quatro dias armazenados. Da mesma maneira, Tasso Júnior et al. (2009) relacionaram o aumento dos teores de acidez no caldo de cana-de-açúcar ao tempo de armazenamento por contaminação de bactérias e microrganismos.

Silva Neto (2010b) estudou a influência da qualidade da matéria-prima afetada pela presença de impurezas vegetais e observou que a presença de impurezas vegetais pode influenciar no aumento dos índices de acidez. Os maiores teores de acidez total, volátil e fixa foram encontrados na cana inteira onde só foi realizado o desponte e a despalha e na cana com palha e ponteiro, e encontraram 1,08 e 1,06 g H₂SO₄ L⁻¹ de caldo, 0,051 e 0,057 g C₂H₄O₂ L⁻¹ e 1,87 e 1,84 g C₃H₆O₃ L⁻¹ de caldo.

O grande número de ácidos presentes no caldo pode trazer problemas para o processo de industrialização da cana-de-açúcar na medida em que existe correlação entre a qualidade da matéria-prima e a acidez do caldo (ZANINETTI FILHO, 2008). Durante a formação de dextrana ocorre à inversão da sacarose em glicose e frutose, e esta última, por apresentar rápida decomposição resulta em ácidos orgânicos, ocasionando aumento da acidez. Como consequência, ocorre aumento da taxa de inversão de sacarose por catálise ácida, formando assim um ciclo vicioso (MARQUES et al, 2008). Por isso há uma forte ligação entre queda da sacarose e aumento da acidez e dextrana (AMORIM, 2005). Corcodel; Mullet (2007) também relacionaram a diminuição da sacarose ao aumento da acidez e dextrana.

O processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar é afetado pela presença de ácidos orgânicos, pois há a necessidade de aumentar a quantidade de cal requerida para ajustar o pH (DELGADO E AZEREDO CESAR, 1977).

A acidez fixa é proveniente do ácido láctico presente no caldo, oriundas de bactérias do gênero *Lactobacillus* sp (ALCARDE, 2002). A presença de ácido láctico no processo inibi o metabolismo da levedura, reduzindo assim o rendimento fermentativo durante o processo de produção de etanol (OLIVA NETO; YOKOYA, 2001).

A acidez volátil é proveniente do ácido acético presente no caldo, produzido por bactérias do gênero *Acetobacter* sp (ALCARDE, 2002). Este tipo de acidez é a principal fração ácida de aguardentes (LIMA; NÓBREGA, 2004), que presentes em grandes valores diminuem a qualidade deste produto (CARDOSO et al, 1999).

Já a acidez total é definida como a somatória da acidez volátil com a acidez fixa. Constitui-se como a principal forma de determinação da acidez na indústria canavieira, sendo expressa em ácido sulfúrico por litro de caldo (PEREIRA, 2007).

Segundo Novaes (1980), os valores de acidez total do caldo não devem ultrapassar 5,0 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$, pois, acima desse valor, pode ocorrer a destruição de células de leveduras. Dessa forma, o controle da acidez do caldo é um dos fatores que dificultam o aparecimento de contaminações na fermentação alcoólica, reduzindo o risco de infecções bacterianas.

Durante a fermentação, a acidez do mosto tem influência no desenvolvimento da levedura. A levedura prefere um pH próximo de 4,5, sendo necessário que o caldo de cana apresente acidez sulfúrica dentro dos limites para satisfazer a levedura (NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005). Neste contexto, Ripoli e Ripoli, (2004) estimam valores de acidez sulfúrica abaixo de 0,8 g de $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ como padrões ideais de qualidade do caldo de cana-de-açúcar.

As partes do colmo constituídas pelo nó e entrenó também apresentam diferentes teores de acidez. Ao longo do tempo de armazenamento os maiores valores encontrados para a acidez total, volátil e fixa para o nó foram de 6,03 g $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$, 1,84 g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ e 8,29 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ e os menores foram de 1,16 g $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$, 0,01 g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ e 2,07 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$, respectivamente. Isto ocorre pelo fato do metabolismo da planta ser mais ativo nos nós, restando aos entrenós, à função de, acumular sacarose (SILVA NETO et al, 2010a).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização geográfica da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da FCAV/UNESP, localizada no Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo (FIG. 2), em condições de cana de segundo corte (soca), a uma altitude média de 583 metros do nível do mar, com relevo caracterizado como suave ondulado. Sua localização geográfica é definida como: latitude 21° 15'22"S e longitude 48°18'58"WG.

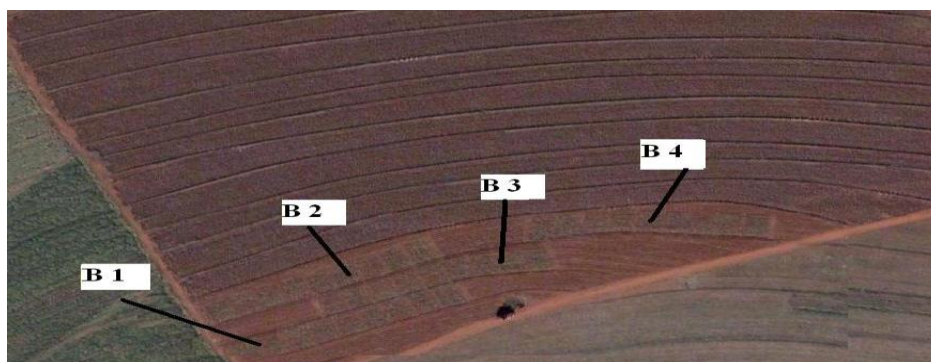


FIGURA 2 - Vista aérea em detalhes dos blocos do experimento.

FONTE: Google Earth, 2010.

4.2. Clima

O clima é do tipo tropical com inverno seco, e classificado, de acordo como o Sistema Internacional de Koppen, como Aw. A pluviometria média anual é de 1.425 mm, com

concentração de chuvas no verão e seco no inverno. O GRÁF. 1* ilustra os dados agroclimatológicos ocorridos na área desde o plantio do experimento até a coleta dos cultivares de cana-de-açúcar, confrontando com o histórico registrado na área experimental.

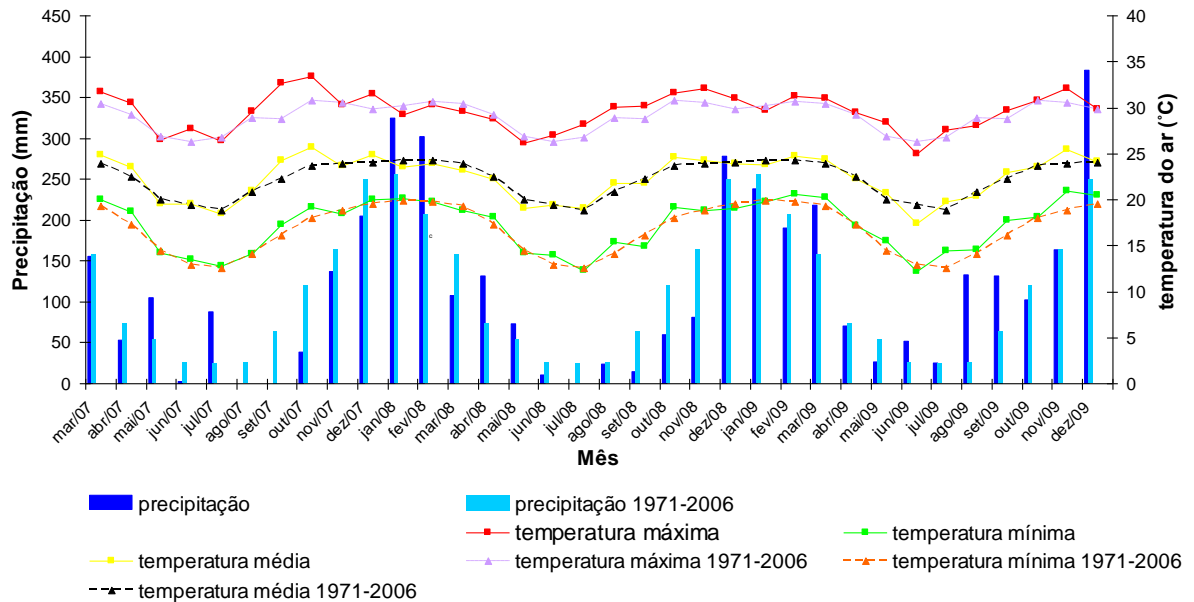


GRÁFICO 1 - Dados agroclimatológicos da área experimental.

FONTE: Departamento de Ciências Exatas - Estação Agroclimatológica – FCAV/UNESP.

4.3. Solo

O experimento foi instalado em um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (EMBRAPA, 1999), A moderado, textura muito argilosa relevo suave ondulado.

* Idem Anexo 1: Dados meteorológicos mensais do ano de 2009 ocorridos na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da FCAV- UNESP, durante o desenvolvimento do experimento. Página 51.

4.3.1. Preparo do solo

O preparo do solo da área experimental para implantação da cultura da cana-de-açúcar foi efetuado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens, sendo uma grade aradora de 270 mm e uma grade niveladora de 195 mm.

4.3.2. Análise do solo

A soja foi a cultura anteriormente cultivada, em sistema de plantio direto na área experimental, sendo que após a colheita desta, procedeu-se a amostragem do solo coletando-se 20 sub-amostras durante o percurso em zig-zague, procurando-se abranger a área como um todo em dois níveis de profundidade: 0-25 cm; 25-50 cm.

Posteriormente, esta amostra foi submetida à secagem à sombra, peneirada e enviada para realização de análises químicas e físicas, realizadas no Departamento de Solos e Adubos da FCAV/UNESP, cujos resultados estão apresentados nas TAB. 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1

Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008.

	pH	P (resina)	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V %
Amostras	CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----		%
0 – 25	5,3	22	19	3,8	37	16	31	56,8	87,8	65
25 – 50	5,3	18	15	3,5	28	12	25	43,5	68,5	64

FONTE: Departamento de solos – FCAV/UNESP.

TABELA 2

Características granulométricas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008.

Amostras	Argila	Silte	Areia		Classe Textural
			Fina	Grossa	
	----- g Kg ⁻¹ -----				-----
0 – 25	590	120	150	140	Argilosa
25 - 50	610	120	140	130	Muito Argilosa

FONTE: Departamento de solos – FCAV/UNESP.

Pelos resultados das análises química e física, verifica-se segundo os critérios de RAIJ et al. (1997), que é um solo argiloso com acidez média, com alto teor de Potássio, Cálcio, Magnésio e Fósforo, e média saturação das bases.

4.3.3. Correção da acidez do solo

De acordo com as recomendações de RAIJ et al. (1997) não foi necessário realizar a correção do solo.

4.4. Plantio

O plantio dos cultivares de cana foi realizado em março de 2007. Na distribuição das mudas no sulco de plantio adotou-se o sistema de colmos cruzados “pé e ponta”, procurando atingir uma média de 18 gemas visíveis por metro linear, sendo que nesta ocasião, foi utilizado, como adubação de plantio 537 kg ha⁻¹ da fórmula 05-25-25, seguindo critérios da perspectiva de produtividade agrícola e análise do solo, de acordo com o Boletim 100 – IAC (SPIRONELLO et al, 1997).

No fechamento do sulco de plantio, foi aplicado um inseticida-cupinicida, tendo como ingrediente ativo o Fipronil (800 g kg⁻¹), na dosagem de 250 g ha⁻¹ de produto comercial com uma calda de 130 L ha⁻¹.

4.5. Corte

No dia 28 de agosto de 2008, houve o corte da cana planta. Utilizou-se o sistema de colheita semi-mecanizado, onde o corte foi realizado manualmente, com uso da despalha por fogo, e o carregamento mecanizado.

4.6. Condução e manejo

A aplicação de adubo foi realizada no dia 24 de setembro de 2008, utilizando 537 kg ha⁻¹ de adubo, da fórmula 20-05-20. Aos 21 dias do mês de novembro de 2008, foi aplicado (em barra total) 3,75 kg ha⁻¹ de herbicida Diuron + Hexaninona e 2 L ha⁻¹ de 2,4- D (ácido diclorofenoxiacético).

Novamente, no dia 05 de janeiro de 2009, foi aplicado por meio de bomba costal, o herbicida Diuron + Hexaninona e MSMA, sendo o jato dirigido às plantas invasoras.

4.7. Cultivares

Os cultivares analisados foram: RB72454, RB867515 e CTC 6. Estudando diversos cultivares de cana-de-açúcar, Landell et al. (2006) constatou que RB72454, SP81-3250 e RB867515 estão entre os genótipos mais produtivos.

4.7.1. RB72454

De acordo com diversos levantamentos realizados pela PLANALSUCAR e pela RIDESA, o cultivar RB72454 passou a ser o mais cultivado no Brasil por diversos anos, podendo ser considerado o cultivar de cana-de-açúcar mais plantado no mundo e mesmo tendo passado 21 anos após o lançamento nacional do RB72454, nota-se ainda a elevada área cultivada com este genótipo. No ano de 2008 o levantamento realizado pela RIDESA mostrou que RB72454 ficou em terceiro lugar entre os cultivares de cana-de-açúcar cultivados no país (RIDESA, 2010).

Os colmos possuem internódios cilíndricos, de diâmetro e comprimento médios, de alinhamento em leve ziguezague, sem rachaduras e de cor amarelo esverdeado, com tons arroxeados que dependem de exposição ao sol. A depressão da gema é quase imperceptível e ocorre cera em abundância, a qual se torna escura e bastante característica, o anel de crescimento é estreito e saliente, de cor verde claro natural e amarelo escuro quando exposta.

A gema é ovalada, não muito proeminente, de tamanho médio, que não atinge o anel de crescimento, e com pequena almofada, a cicatriz foliar é de mediana proeminência e pouca inclinação (RIDESA, 2010).

As principais características deste cultivar podem ser observadas no Anexo 2*.

4.7.2. RB867515

O RB867515 foi o cultivar mais plantado no Brasil nas safras 2005/2006 e 2006/2007, com plantio estimado em 10% do total realizado no país. Esse cultivar tem sido a melhor opção para manejo em solos de baixa fertilidade natural e de textura arenosa (SANTIAGO; ROSSETTO, 2008). Atualmente, pelo menos 30% da área nacional é cultivada com este genótipo (UFV, 2010).

Os colmos possuem os entrenós cilíndricos, de cor verde-arroxeadado sob palha e roxo intenso quando exposto ao sol. Apresenta pouca rachadura e suave zigzague, de aspecto liso e pouca cera. As gemas são de tamanho médio do tipo pentagonal, pouco proeminente ultrapassando o anel de crescimento e o poro germinativo apical (RIDESA, 2005).

As principais características deste cultivar estão apresentadas no Anexo 3*.

4.7.3. CTC 6

Os cultivares oriundos do programa de melhoramento genético do CTC apresentam-se como uma alternativa útil na diversificação de cultivares. Nos últimos anos, as variedades de cana-de-açúcar do CTC têm dobrado em área de plantio. Na safra 2005/2006 a área de plantio correspondia a 1,5% já na safra 2009/2010 correspondia a 18% (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2010).

O cultivar CTC 6 participou de 30 ensaios finais, cultivados em 2002 e colhidos em três cortes. Destacou-se por sua produtividade agrícola muito alta, boa brotação de soqueira e perfilhamento, sendo recomendada para colheita do meio para o final de safra, em ambientes

* Idem Anexo 2: Características descritivas do cultivar RB72454. Página 52.

* Idem Anexo 3: Características descritivas do cultivar RB867515. Página 53.

de boa a média produção. Apresenta baixo teor de fibra, médio florescimento e nenhuma isoporização (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2006).

Os nós possuem o anel de crescimento de cor amarelo-arroxeadada, de largura estreita a média e com média saliência. A zona radicular é de cor amarelo-arroxeadada, largura média, sem enraizamento aéreo. A zona cerosa do nó é pequena. As gemas são pequenas, redondas, com média saliência, não ultrapassando o anel de crescimento, com posição apical do poro germinativo, pêlos no ápice e almofada estreita (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2006).

Os entrenós são de cor roxo-amarelada ao sol e amarelo-arroxeadada sob a palha. O comprimento é médio e o diâmetro é de médio a grosso, com formato curvado, seção transversal circular, sem rachaduras. Apresentam zig-zague suave, aspecto liso e muita cera. As canaletas são rasas (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2010).

As principais características deste cultivar podem ser observadas no Anexo 4*.

4.8. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. O tratamento principal foi composto pelos três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB867515 e CTC 6). O tratamento secundário foi composto pelas duas partes do colmo de cana (nó e entrenó).

Em cada bloco haviam as parcelas representando os cultivares de cana. As parcelas experimentais foram compostas de 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento, espaçadas de 1,5 m, totalizando 90 m², sendo considerada como área útil, as 3 linhas centrais, descartando-se um metro nas extremidades, bem como a primeira e a quinta linha, resultando em 45 m².

* Idem Anexo 4: Características descritivas do cultivar CTC 6. Página 54.

4.9. Procedimentos realizados com as amostras de cana

Para a retirada das amostras, foi coletado um feixe de cada cultivar por bloco, totalizando quatro feixes. Cada feixe continha 20 colmos retirados em seqüência, na linha, em cada uma das três linhas centrais da parcela. O local de coleta dentro das linhas foi escolhido aleatoriamente no momento da amostragem (FIG. 3). A avaliação foi realizada no dia 05/10/2009, na condição de cana de segundo corte (soca). Os colmos foram cortados manualmente, despalhados, despontados, etiquetados (FIG. 4) e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP.

No laboratório, os colmos foram separados em nós e entrenós, com auxílio de serra elétrica do tipo “tico-tico” (FIG. 5). Cada parte do colmo (FIG. 6) foi encaminhada para o desfibrador de cana (FIG. 7). Após isso, procedeu-se à homogeneização do material desintegrado, sendo pesado 500 gramas (FIG. 8), seguindo-se à transferência do material para a prensa hidráulica (FIG. 9). Neste momento, aplicou-se uma pressão de 250 kg.cm^{-2} por um minuto. Dessa prensagem obteve-se o bolo úmido (material fibroso a ser descartado) e o caldo extraído (FIG. 10). No caldo extraído foram realizadas as análises de acidez.



FIGURA 3 – Corte manual dos colmos.



FIGURA 4 – Despalha e desponte dos colmos.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010. FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 5 – Separação em nós e entrenós.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 6 – Nós e entrenós.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 7 – Desfibrador.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

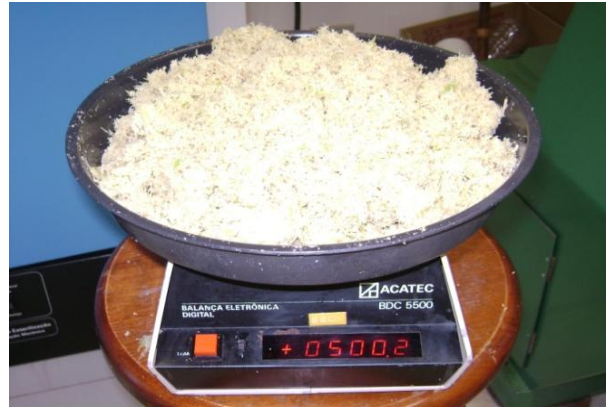


FIGURA 8 – Pesagem de 500 gramas.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 9 – Prensa hidráulica.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 10 – Caldo extraído.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

4.9.1. 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 (FIG. 11 e 12) ao qual é submetido à titulação com solução de NaOH (FIG. 13). 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:

$A_v = N_p \times (V_v - V_{br}) \times 6,005$, 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 11 – Destilador de álcool.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

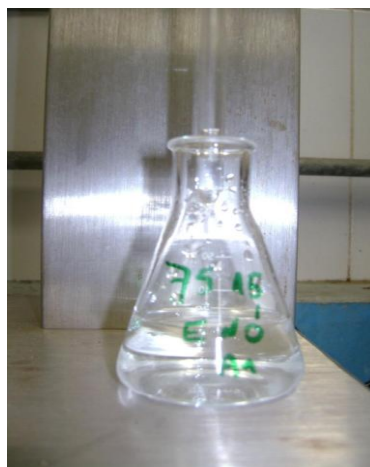


FIGURA 12 – Caldo destilado.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.



FIGURA 13 – Titulação com a solução de NaOH do caldo destilado.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

4.9.2. Acidez total

Para a acidez total utilizou-se o caldo de cana diluído (FIG. 14) ao qual é submetido à titulação com solução de NaOH (FIG. 15), 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 ($\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{L}^{-1}$ 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 14 – Preparo das amostras para as análises de acidez total.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

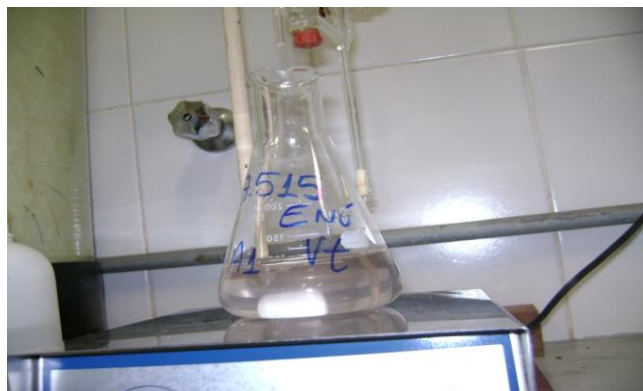


FIGURA 15 – Titulação com a solução de NaOH do caldo diluído.

FONTE: Lab. Tec. do Açúcar e Etanol, 2010.

4.9.3. Acidez fixa

Foi determinada por meio do cálculo de acordo com o método proposto por Zago et al. (1996), adaptada por Marques (1998). O cálculo da 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 da solução padronizada de NaOH gasto na titulação da prova em branco.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TAB. 3 estão apresentados os valores de acidez total, volátil e fixa dos cultivares tardios de cana-de-açúcar e das partes do colmo (nó e entrenó). O cultivar CTC 6 se destacou por apresentar os maiores valores de acidez total ($1,72 \text{ gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo) e acidez fixa ($3,11 \text{ gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo), sendo superiores às médias encontradas por ZANINETTI FILHO (2008) que para o cultivar CTC 6 obteve $0,64 \text{ g gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo (acidez total) e $0,60 \text{ gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo (acidez fixa).

Os cultivares RB72454 e RB867515 obtiveram melhor desempenho, apresentando menores valores de acidez total ($0,94$ e $0,84 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo, respectivamente). No entanto, mesmo para estes cultivares o valor encontrado estão acima do valor recomendado por RIPOLI; RIPOLI (2004) como padrão de qualidade que é de $0,80 \text{ gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo.

Em relação à acidez fixa os valores obtidos pelos cultivares RB72454 e RB867515 foram de $1,66$ e $1,50 \text{ g C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo, respectivamente. Tais valores estão acima do encontrado por HOMEM (2010), na avaliação da cana inteira em condições de cana planta que foram de $1,44 \text{ g C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ e $1,42 \text{ g C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo para os mesmos cultivares (RB72454 e RB867515, respectivamente). Uma possível explicação para o ocorrido seria de que maiores valores de acidez são encontrados na cana soca quando comparado à cana planta (PEREIRA, 2007).

TABELA 3

Valores médios¹ de acidez total ($\text{gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo), volátil ($\text{gC}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ de caldo) e fixa ($\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo) para os cultivares em estudo e as diferentes partes do colmo (nó e entrenó), além de variáveis estatísticas.

Tratamentos	Acidez Total ($\text{g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$)	Acidez Volátil ($\text{g C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$)	Acidez Fixa ($\text{g C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$)
Cultivares(C)			
RB72454	0,94 b	0,022	1,66 b
RB867515	0,84 b	0,013	1,50 b
CTC 6	1,72 a	0,012	3,11 a
Teste F	67,07 **	2,09 ^{NS}	70,95 **
DMS (5%)	0,22	0,014	0,38
Partes (P)			
Nó	1,26 a	0,018	2,27 a
Entrenó	1,06 b	0,013	1,90 b
Teste F	9,10 **	1,01 ^{NS}	9,19 **
DMS (5%)	0,14	0,0095	0,26
Estatística			
Teste F (Bloco)	0,50 ^{NS}	0,92 ^{NS}	0,48 ^{NS}
Teste F (Interação C x P)	6,30 **	7,23 **	5,86 *
Média Geral	1,16	0,02	2,09
Desvio Padrão Residual	0,16	0,01	0,30
Erro Padrão da Média	0,08	0,01	0,15
CV (%)	14,30	68,50	14,30

¹ Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{NS} * e ** - Não significativo, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. DMS – diferença mínima significativa. CV – coeficiente de variação.

Quando comparados os valores de acidez entre as partes do colmo, observa-se que os maiores valores de acidez total e fixa foram obtidos pelo nó (1,26 $\text{g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo e 2,27 $\text{g C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo, respectivamente). Estes resultados vão de encontro aos obtidos por SILVA NETO et al. (2010a), onde o nó apresentou maiores valores de acidez total (1,16 $\text{g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo) e fixa (2,07 $\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo) quando comparado ao entrenó (0,91 $\text{g H}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo e 1,59 $\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo). Segundo esse mesmo autor, este resultado pode ser devido ao metabolismo da cana ser mais ativo no nó e por isso os maiores índices de acidez total e fixa nesta parte do colmo.

Nas comparações realizadas entre os cultivares e entre as partes do colmo não foram constatadas diferenças entre os tratamentos para a acidez volátil.

O nó e o entrenó apresentaram um teor de acidez volátil de 0,018 g C₂H₄O₂ L⁻¹ e 0,013 g C₂H₄O₂ L⁻¹. Estes resultados estão bem menores ao valor encontrado por SILVA NETO (2010b) que foi de 0,051 g C₂H₄O₂ L⁻¹. O mesmo autor encontrou um teor de acidez volátil de 1,84 g C₂H₄O₂ L⁻¹ no nó que ficou armazenado por 168 horas. Uma das possíveis causas para o baixo teor de acidez volátil encontrado no presente trabalho se deve ao fato do nó e entrenó terem ficado poucas horas armazenados.

No GRÁF. 2* estão apresentados os desdobramentos da interação obtida entre os cultivares e as partes da planta para acidez total. Na comparação entre as partes da planta o cultivar CTC 6 apresentou o maior valor de acidez total no nó. Já o cultivar RB72454 apresentou o menor teor de acidez total no entrenó. Na comparação entre os cultivares para o nó, o cultivar CTC 6 apresentou o maior valor e o RB867515 o menor. Porém para o nó, os cultivares RB867515 e RB72454 apresentaram resultados semelhantes, e o CTC 6 também obteve maior valor de acidez total. Este elevado valor de acidez ocasiona aumento nos custos de produção de açúcar, pois requer maior quantidade de cal para o ajuste do pH, durante a etapa de clarificação de caldo (DELGADO E AZEREDO CESAR, 1977).

Yokoya (1991) revela que os valores de acidez estão relacionados às características intrínsecas de cada cultivar. Dessa maneira, podemos destacar a necessidade de uma maior atenção em caldos do cultivar CTC 6 que em ambas as partes do colmo apresentou valores superiores ao estabelecido por Ripoli; Ripoli (2004) como padrão de qualidade que é de 0,8 g de acidez sulfúrica. Os elevados valores de acidez total encontrados para este cultivar podem ocasionar contaminações durante a fermentação alcoólica, por meio de infecções bacterianas (NOVAES 1980).

* Idem Anexo 5: Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez total (gH₂SO₄ L⁻¹ de caldo). Página 55.

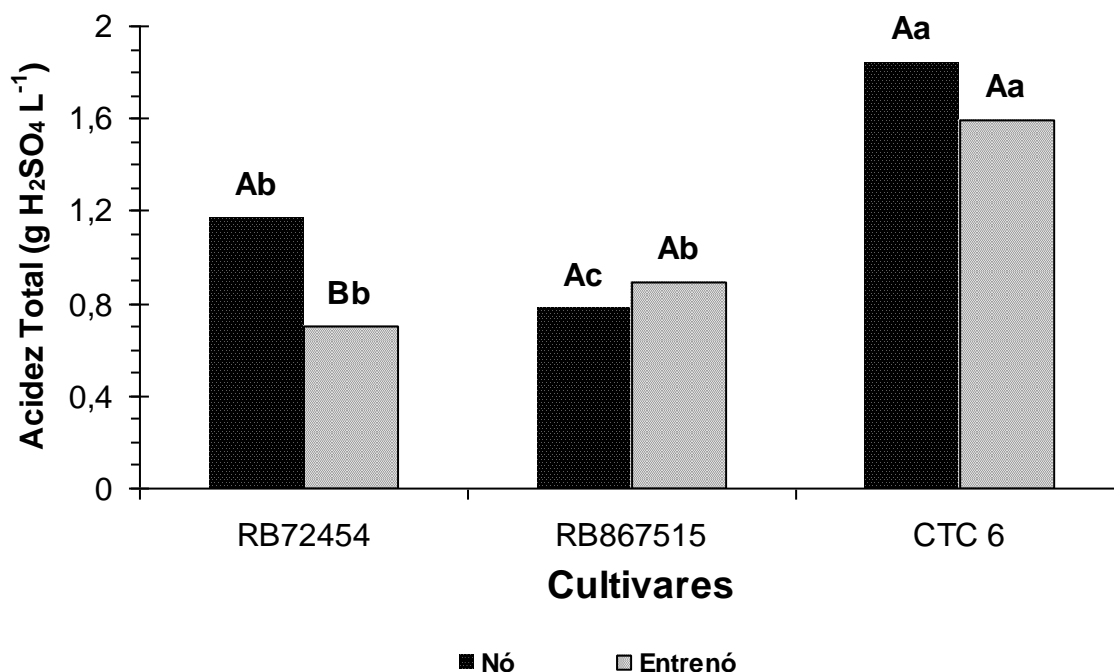


GRÁFICO 2 - Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez total (gH₂SO₄ L⁻¹ de caldo).

Letras minúsculas: comparação entre os cultivares para uma mesma parte do colmo. Letras maiúsculas: comparação entre as partes do colmo de um mesmo cultivar. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No GRÁF. 3* estão apresentados os desdobramentos da interação cultivares e partes da cana (nó e entrenó) para a acidez volátil. O cultivar RB72454 obteve maior valor de acidez volátil no nó. Comportamento inverso foi observado para o cultivar RB867515. O cultivar CTC 6 não apresentou diferença entre as partes do colmo. Resultados diferentes foram obtidos por SILVA NETO et al. (2010a) que ao longo do tempo de armazenamento sempre encontrou maiores valores de acidez para a parte do colmo representada pelo nó.

Não houve diferença na comparação entre os cultivares para a parte do colmo representada pelo entrenó. Porém para o nó os cultivares RB72454 e CTC 6 apresentaram maiores valores de acidez volátil. Desta maneira, o caldo extraído desta parte do colmo destes cultivares podem ocasionar menor qualidade de aguardente (LIMA; NÓBREGA, 2004), uma vez que a acidez volátil é a principal fração ácida deste produto (CARDOSO et al, 1999).

* Idem Anexo 6: Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez volátil (gC₂H₄O₂ L⁻¹ de caldo). Página 55.

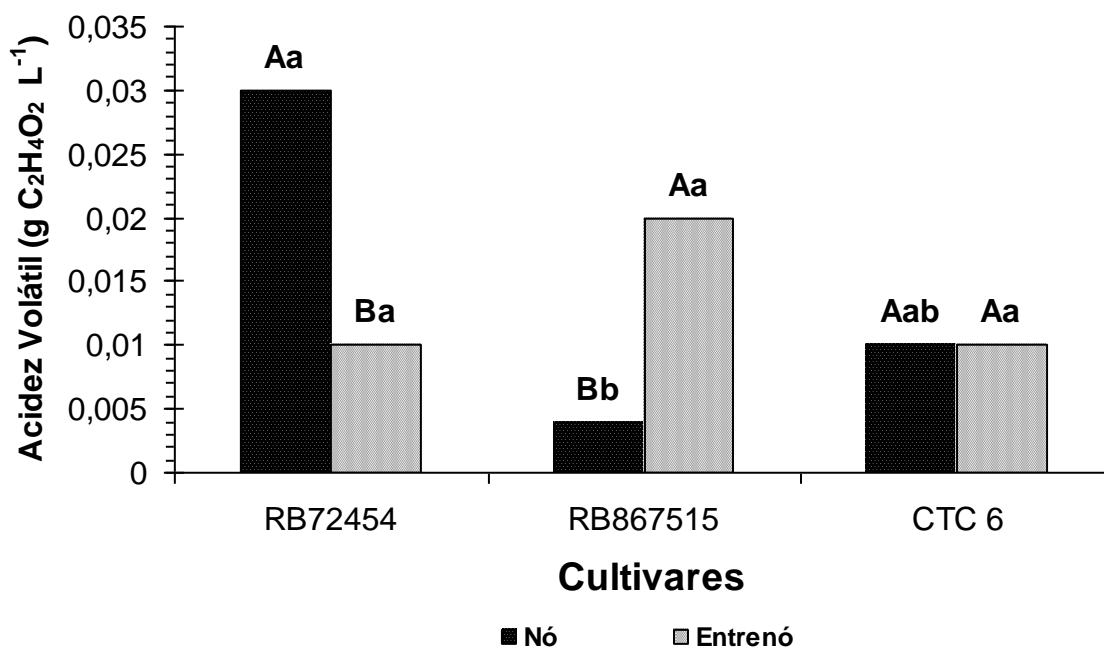


GRÁFICO 3 - Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez volátil (gC₂H₄O₂ L⁻¹ de caldo).

Letras minúsculas: comparação entre os cultivares para uma mesma parte do colmo. Letras maiúsculas: comparação entre as partes do colmo de um mesmo cultivar. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No GRÁF. 4* é apresentado o efeito da interação obtida entre os cultivares de cana-de-açúcar e as partes do colmo para a acidez fixa. Na comparação entre as partes da planta, os cultivares RB72454 e CTC 6 apresentaram maior valor de acidez no nó. Isso pode ter ocorrido pelo fato do nó apresentar uma maior área de exposição em relação ao seu tamanho, quando comparado ao entrenó. Neste mesmo sentido Kroes; Harris (1994) destacam que o fato do colmo estar picado, pode aumentar a exposição aos microrganismos, o que de acordo com Marques et al. (2009) poderia ocasionar maior acidez.

Na comparação entre os cultivares para cada parte do colmo, o cultivar CTC 6 se destacou por apresentar o maior valor de acidez fixa tanto no nó como no entrenó (3,34 e 2,88 g C₃H₆O₃ L⁻¹ de caldo). Nestas condições, ocorrem redução do rendimento fermentativo durante a produção de etanol, uma vez que Oliva Neto; Yokoya, 2001 destacam que elevados valores de acidez fixa podem inibir o metabolismo da levedura.

* Idem Anexo 7: Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez fixa (gC₃H₆O₃ L⁻¹ de caldo). Página 55.

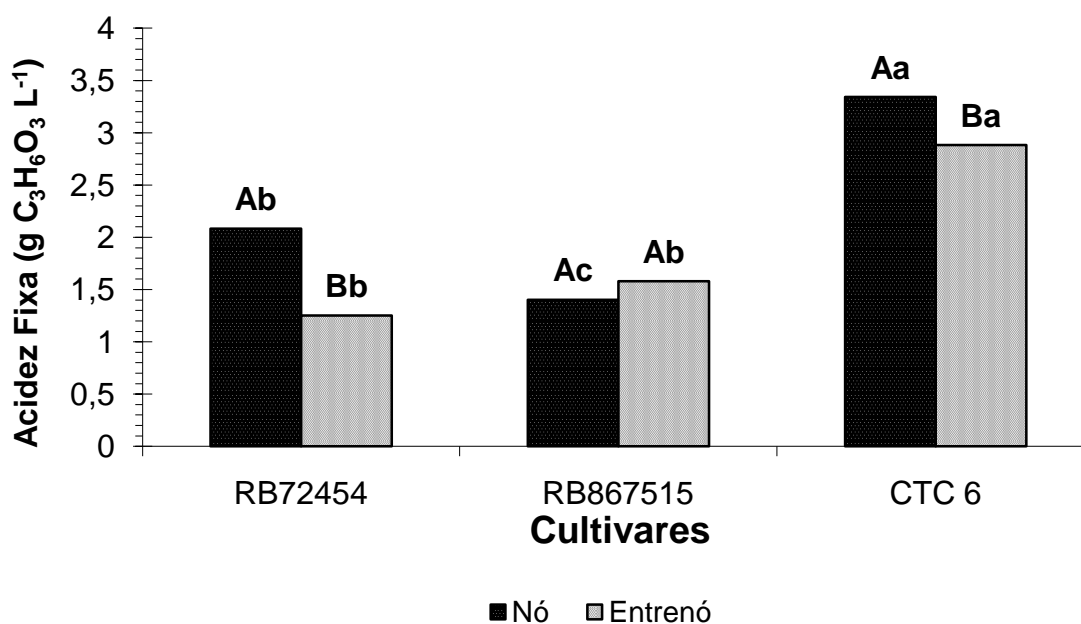


GRÁFICO 4 - Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez fixa (gC₃H₆O₃ L⁻¹ de caldo).

Letras minúsculas: comparação entre os cultivares para uma mesma parte do colmo. Letras maiúsculas: comparação entre as partes do colmo de um mesmo cultivar. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Um dos fatores do elevado índice de acidez fixa no cultivar CTC 6, deve-se ao fato dos colmos terem ficado armazenados antes de efetuar-se a análise de acidez. Pois segundo SILVA NETO et al. (2010a) as partes da cana (nó e entrenó) armazenadas podem influenciar nos teores de acidez. A cana-de-açúcar armazenada segundo AMORIM et al. (2000), gera um maior consumo de sacarose e um maior aumento na acidez do caldo. Outra possível explicação para estes resultados seria a maior exposição da cana, pois como foi picada em nós e entrenós, há uma maior exposição o que aumenta a chance de contaminação do caldo por microrganismos (KROES; HARRIS, 1994).

6. CONCLUSÕES

Foi possível verificar a distinção entre os cultivares, quanto aos teores de acidez avaliados, sendo que os cultivares RB72454 e RB867515 apresentaram os menores teores de acidez total e fixa.

O cultivar CTC 6 obteve os resultados menos satisfatórios, apresentando elevados teores de acidez total e fixa, em ambas as partes do colmo, e de acidez volátil no nó. Tais resultados nos permitem inferir sobre a necessidade de maior atenção em caldos deste cultivar.

Na comparação entre as partes do colmo e cultivares, os valores de acidez volátil não apresentaram um padrão definido, impossibilitando a definição sobre qual parte do colmo apresenta maiores valores para esta fração de acidez.

O nó obteve, no geral, maiores valores de acidez total e fixa, porém alguns cultivares apresentaram resultados divergentes, indicando a necessidade de maiores estudos sobre o assunto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, A. R. Effect of radiation on physiological parameters of the ethanolic fermentation. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Netherlands, v 18, p.41-47, 2002.

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

AMORIM, H. V. et al. Impact of sugarcane quality on sugar and alcohol yields. **International Sugar Journal**, v.102, n.1214, p.86-88, 2000.

AMORIM, H. V. Fermentação Alcoólica: Ciência & Tecnologia. Piracicaba: Fermentec, 2005, 448 p.

ANDRADE, S. R. R.; PORTO, E.; SPOTO, M. H.F. 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.

BAIKOW, V. E. **Manufacture and refining of raw cane sugar**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1982. 588p. (Sugar Series, 2).

BALSADI, O. V.; FARIA, C. A. C.; NOVAES FILHO, R. Considerações sobre a dinâmica recente do complexo sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.26, n.4, p.21-29, 1996.

BARBOSA, M. H. P. Perspectivas para o melhoramento da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE ATAULIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. GENÉTICA E MELHORAMENTO DE ESPÉCIES DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, 4., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. p. 1-17.

CARDOSO, M. G. et al. **Cachaça: qualidade e produção**. Boletim Técnico Série Extensão, Lavras, v.8, n.53, p. 1-26, 1999.

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

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. Segunda geração de variedades CTC. Abril, 2006. (Boletim técnico, edição especial). Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/var/dados/boletim_tecnico.pdf>. Acesso em: 03 maio 2010.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. Variedades CTC de cana-de-açúcar. Agosto, 2010. n.1. 43 p. (Boletim técnico, primeira edição).

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Melhoramento da cana-de-açúcar. Brasília: Embrapa, Informações Tecnológicas, 2004. 307p.

CESNIK, R. **Melhoramento da cana-de-açúcar:** marco sucro-alcooleiro no Brasil. 2006. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=23&id=256>>. Acesso em: 21 jul. 2010.

CHEN, J. C. P.; CHOU, C. **Cane sugar handbook:** a manual for cane sugar manufacturers and their chemists. 12. ed. New York: John Wiley & Sons, 1993. 1090p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Terceiro levantamento de cana-de-açúcar da safra 2010/2011.** Janeiro 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

CORCODEL, L.; MULLET, T. Aconitic acid ratio as a post-harvest whole-stalk green sugar cane age indicator. In: International Society of Sugarcane Technologists, 26, Proceedings. p.800-809. 2007.

DELGADO, A. A.; AZEREDO CÉSAR, M. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1977. v.2.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M de; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. 882 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412p.

HOMEM, R. F. M. 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**, 22., 2010, Jaboticabal. **Anais eletrônicos...** Jaboticabal: 2010. Disponível em: < http://prope.unesp.br/xxii_cic/busca.php>.

KROES, S., HARRIS, H.D. Effects of cane harvester basecutter parameters on the quality of cut. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, v.16, p.169-177, 1994.

LANDELL, M. G. de A. et al. **Novas variedades de cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 28p. (Boletim Técnico, 169).

LANDELL, M. G. de A. et al. Manejo varietal em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP 2, 2006, p.57-59.

LIMA, A. K. dos S.; NÓBREGA, I. C. da C. **Avaliação de Parâmetros de Qualidade em Aguardentes de Cana Produzidas no Estado da Paraíba.** CNPQ/UFPB. Paraíba. 2004.

MAGALHÃES, P. S. G; BRAUNBECK O. A. Colheita de cana-de-açúcar: atualidade e perspectiva. In: **Congresso de Ingeniería Rural y Mecanización Agraria en el Ambito Latinoamericano**, 3, 1998, La Plata. **Anais...** La Plata, Argentina: EUNLP, 1998. p.262-273. v.1.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento.** 2005. 272 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

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.; MARQUES, T. A.; TASSO JUNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

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

MARQUES, D. et al. Qualidade da cana-de-açúcar influenciada pelo sistema de corte, para cultivares tardias. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 17. 2009, São Paulo. Disponível em: <http://www.usp.br/siicusp/Resumos/17Siicusp/index_AG.htm>. Acesso em: 05 de jul. 2010.

MIOCQUE, J. Y. J. O melhoramento da cana-de-açúcar no Brasil. **STAB: Açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 11, n. 1, p.24-28, 1993.

MOZAMBANI, A. E. et al. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. cap. 1, p.11-16.

NASCIMENTO, R. et al. Estudo dos comportamentos de variedades e clones de cana-de-açúcar na região de Monte Belo-MG, Três épocas de colheita. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p.331-336.

NÓBREGA, J. C. M de.; DORNELAS, M. C. Biotecnologia e Melhoramento da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. cap. 3, p.39 – 41.

NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. **Aguardente de cana.** Universidade Estadual Paulista – UNESP Campus Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2005. 71p. Disponível em: <http://www.canabrasil.com.br/component/option,com_docman/task,doc_view/gid,77/>. Acesso em: 16 jul. 2010.

NOVAES, F. V. Matérias-primas para a produção de álcool. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA E ECONOMIA DO ÁLCOOL, 1., 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1980. p.3-7.

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.

PEREIRA, C. B. **Acidez do caldo na caracterização de cultivares de cana-de-açúcar**. 2007. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.3-6. (Boletim Técnico 100).

RIDESIA – REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. Boletim Técnico de Lançamento de novas variedades RB de cana-de-açúcar. Carpina, PE. 2005. n.1. p.16. Disponível em: <<http://www.pmgca.com.br/cultivaresRB/ano%202005%20RB863129%20RB872552%20RB932520%20RB943365%20RB943538.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2010.

RIDESIA – REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar: catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar. Viçosa: UFV, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia. Viçosa, 2010. p.28, 42-43. Disponível em: <<http://www.ridesa.com.br>>. Acesso em: 19 jul. 2010.

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

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Programas**. 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_141_22122006154842.html>. Acesso em: 30 out. 2010.

SANTOS, E. G. D dos.; GERALDI, I. O. **O melhoramento genético da cana-de-açúcar da RIDESA**. 2007. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/EGDSantos-200701-Resumo.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2010.

SILVA NETO, H. F. da et al. Nós e Entrenós de cana de açúcar armazenados por 168 horas. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 9., 2010, Vitória; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39., 2010, Vitória. **Anais...** Vitória: SBEA, 2010a.

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

SPIRONELLO, A. et al. Cana-de-açúcar. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundações IAC, 1997. p.237-239.

TASSO JÚNIOR, L. C. et al. Calidad química em el almacenamiento de la caña de azúcar. In: **TECNICAÑA – CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE TÉCNICOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR**, 8., Cali. Anais... Cali: Tecnicaña, 2009. p.771-779.

UDOP - UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. **A cultura da cana-de-açúcar e os solos de Minas Gerais**. 1980. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=987>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Espaço do produtor**. 2010. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/verNoticia.php?codigo=570&acao=exibir>> Acesso em: 30 out. 2010.

UNESP. Departamento de Ciências Exatas. Estação agroclimatológica. Jaboticabal: FCAV, 2009. Disponível em: <<http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/>>. Acesso 30 jun. 2010.

URQUIAGA, S.; ALVES. B. J. R.; BOODEY, R. M. Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. **Revista Política Agrícola**, v.1, p.42-46, 2005.

VENCOVSKY, R. Melhoramento genético em vegetais. **Ciência e Cultura**, v.38, n.7, p.1155-1160, 1986.

YOKOYA, F. Problemas com contaminantes na fermentação alcoólica. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.9, n.6, p.38-39, 1991.

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

ZANINETTI FILHO, R. C. **Acidez do caldo na caracterização de 18 cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivada no município de Jaboticabal, SP**. 2008. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Dados meteorológicos mensais do ano de 2009 ocorridos na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da FCAV- UNESP, durante o desenvolvimento do experimento.

Mês	Pressão (hPa)	Tmáx (oC)	Tmin (oC)	Tmed (oC)	UR (%)	Precipitação (mm)	ND (dias)	Insolação (h)
Janeiro	942,0	29,7	19,8	23,8	80,4	238,0	18	180,2
Fevereiro	941,9	31,2	20,6	24,7	80,9	190,6	16	204,3
Março	941,7	31,0	20,2	24,4	80,4	217,9	16	191,3
Abril	944,2	29,5	17,2	22,2	74,9	70,8	5	248,7
Mai	945,2	28,4	15,5	20,7	75,9	26,6	4	259,1
Junho	946,9	25,0	12,2	17,4	76,6	51,9	7	195,9
Julho	946,3	27,6	14,4	19,8	74,6	25,5	5	222,8
Agosto	946,1	28,0	14,6	20,3	66,3	133,1	6	223,9
Setembro	944,5	29,7	17,8	22,9	74,0	132,4	11	201,3
Outubro	942,0	30,8	18,1	23,6	72,8	101,9	9	223,8
Novembro	940,8	32,1	21	25,5	74,8	163,3	15	202,4
Dezembro	941,0	29,8	20,5	24,1	81,8	383,7	20	152,9
Ano	943,5	29,4	17,6	22,4	76,1	1735,7	132	2506,6

FONTE: Departamento de Ciências Exatas - Estação Agroclimatológica – FCAV/UNESP.

Pressão: pressão atmosférica; Tmáx: temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima; Tmed: temperatura média; UR: umidade relativa do ar; ND: número de dias com chuva.

ANEXO 2

Características descritivas do cultivar RB72454 (SALIBE et al, 2008).

Touceira:

- o Crescimento: Ereto.
- o Perfilhamento: Intenso.
- o Despalha: Média.

Colmos:

- o Cor: Verde claro quando exposto ao sol e sob a palha.
- o Comprimento: Médio.
- o Diâmetro: Médio.
- o Anel de Crescimento: Cor alaranjada, largura média.
- o Zona Radicular: Cor verde-amarelado, largura média.
- o Gema: Pequenas, oval, não ultrapassa o anel de crescimento.

Copa Foliar:

- o Copa Foliar: Volume regular, tonalidade escura
- o Folhas: Eretas, largura do limbo média, sem pêlos e com serrilhamento médio.
- o Aurículas: Presente de um só lado.
- o Bainha: Ausência de pêlos (joçal).
- o Palmito: Apresenta pouca cera, tamanho médio e com seção transversal oval.

Produtividade Agrícola: Alta.

Período de Colheita: Final da safra.

Reação às Doenças: Resistente à escaldadura e ferrugem; e intermediária ao carvão, mosaico e falsas estrias vermelhas; e suscetível à estrias vermelhas.

Outras características: Apresenta teor de fibra médio, florescimento ocasionalmente e teor de sacarose alto.

FONTE: SALIBE, A.C. et al. **Variedades RB**. São Carlos: UFSCAR, 2008. 28p. (Edição 1) apud (SILVA NETO, 2010b).

ANEXO 3

Características descritivas do cultivar RB867515 (SALIBE et al, 2008).

Touceira:

- o Crescimento: Ereto.
- o Perfilhamento: Médio.
- o Despalha: Fácil.

Colmos:

- o Cor: Roxo intenso quando exposto ao sol, e verde arroxeadado quando sob a palha.
- o Comprimento: Médio.
- o Diâmetro: Médio.
- o Anel de Crescimento: Cor alaranjada, largura média.
- o Zona Radicular: Cor verde-amarelado, largura média.
- o Gema: Pequenas, oval, não ultrapassa o anel de crescimento.

Copa Foliar:

- o Copa Foliar: Volume regular, tonalidade escura
- o Folhas: Eretas, largura do limbo média, sem pêlos e com serrilhamento médio.
- o Aurículas: Presente de um só lado.
- o Bainha: Pouca presença de pêlos (joçal).
- o Palmito: Apresenta pouca cera, tamanho médio e com seção transversal oval.

Produtividade Agrícola: Alta.

Período de Colheita: Final da safra.

Reação às Doenças: Resistente à escaldadura, carvão, mosaico e ferrugem; e intermediária à falsas estrias vermelhas e à estrias vermelhas.

Outras características: Apresenta teor de fibra médio, PUI longo, florescimento acima da média e teor de sacarose alto.

FONTE: SALIBE, A.C. et al. **Variedades RB**. São Carlos: UFSCAR, 2008. 28p. (Edição 1) apud (SILVA NETO, 2010b).

ANEXO 4

Características descritivas do cultivar CTC 6 (CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2006).

Touceira:

- o Crescimento: Levemente decumbente.
- o Perfilhamento: Médio.
- o Despalha: Fácil.

Colmos:

- o Cor: Roxo-amarelado quando exposto ao sol, e amarelo-arroxeadado sob a palha.
- o Comprimento: Médio.
- o Diâmetro: Médio a grosso.
- o Anel de Crescimento: Cor amarelo-arroxeadado, largura estreita a média, e média saliência.
- o Zona Radicular: Cor amarelo-arroxeadado, largura média, sem enraizamento aéreo.
- o Gema: Pequenas, redondas, com média saliência, não ultrapassa o anel de crescimento.

Copa Foliar:

- o Copa Foliar: Volume regular, tonalidade intermediária.
- o Folhas: Eretas, largura do limbo média, sem pêlos e com serrilhamento médio.
- o Aurículas: Assimétricas.
- o Bainha: Tem pêlos (joçal) dorsais em regular quantidade.
- o Palmito: Apresenta pouca cera, cor verde-arroxeadado, tamanho médio e com seção transversal oval.

Produtividade Agrícola: Alta.

Período de Colheita: Do meio para o final da safra.

Reação às Doenças: Resistente à escaldadura, amarelecimento, ferrugem, carvão e mosaico; e intermediária à broca de cana.

Outras características: Apresenta fibra baixa, florescimento médio.

FONTES: CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Segunda Geração de Variedades CTC**. Piracicaba, 2006. 14p. (Boletim Técnico; Edição Especial, 1) apud (SILVA NETO, 2010b).

ANEXO 5

Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez total
($\text{gH}_2\text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$ de caldo).

Cultivares	Nó	Entrenó	Teste F
RB72454	1,17 Ab	0,70 Bb	16,29**
RB867515	0,78 Ac	0,89 Ab	0,88 ^{NS}
CTC 6	1,84 Aa	1,59 Aa	4,53 ^{NS}
Teste F	41,57**	31,80**	

Letras maiúsculas comparação na horizontal. Letras minúsculas comparação na vertical. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade. NS = não significativo.

ANEXO 6

Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez volátil
($\text{gC}_2\text{H}_4\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$ de caldo).

Cultivares	Nó	Entrenó	Teste F
RB72454	0,03 Aa	0,01 Ba	9,97**
RB867515	0,004 Bb	0,02 Aa	4,87*
CTC 6	0,01 Aab	0,01 Aa	0,63 ^{NS}
Teste F	7,65**	1,67 ^{NS}	

Letras maiúsculas comparação na horizontal. Letras minúsculas comparação na vertical. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade. NS = não significativo.

ANEXO 7

Análise do desdobramento da interação cultivares x partes da planta, para a acidez fixa
($\text{gC}_3\text{H}_6\text{O}_3 \text{ L}^{-1}$ de caldo).

Cultivares	Nó	Entrenó	Teste F
RB72454	2,08 Ab	1,25 Bb	15,66**
RB867515	1,40 Ac	1,58 Ab	0,70 ^{NS}
CTC 6	3,34 Aa	2,88 Ba	4,55*
Teste F	43,17**	33,64**	

Letras maiúsculas comparação na horizontal. Letras minúsculas comparação na vertical. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade. NS = não significativo.