



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PROPRIEDADES AGROINDUSTRIAIS DA CANA DE AÇÚCAR CULTIVAR RB 86  
3129 COLHIDA EM DIFERENTES PERÍODOS**

**FILIFE QUERINO DA COSTA BORGES**

**POMBAL - PB  
JANEIRO DE 2015**

**FILIFE QUERINO DA COSTA BORGES**

**PROPRIEDADES AGROINDUSTRIAIS DA CANA DE AÇÚCAR CULTIVAR RB 86  
3129 COLHIDA EM DIFERENTES PERÍODOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal/PB, Curso de Agronomia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza

**POMBAL - PB  
JANEIRO DE 2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- B732p      Borges, Filipe Querino da Costa.  
                Propriedades agroindustriais da cana de açúcar cultivar RB 86 3129 colhida em diferentes períodos / Filipe Querino da Costa Borges. – Pombal, 2015.  
                49 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza".  
                Referências.
1. *Saccharum officinarum*. (cana-de-açúcar). 2. Pós-Colheita.  
                3. Qualidade. I. Souza, Anielson dos Santos. II. Título.

CDU 633.61(043)

**FILIFE QUERINO DA COSTA BORGES**

**PROPRIEDADES AGROINDUSTRIAIS DA CANA DE AÇÚCAR CULTIVAR RB 86  
3129 COLHIDA EM DIFERENTES PERÍODOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Agrária, como parte das exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

**APROVADA em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

---

Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza

UAGRA/CCTA/UFCCG

**Orientador**

---

**1º Examinador**

---

**2º Examinador**

**POMBAL**

**JANEIRO DE 2015**

*A Deus*

*A minha mãe, Maria da Luz Querino da Costa Borges  
pelo constante apoio, carinho, compreensão e,  
sobretudo, pelo exemplo de pessoa que ela é.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus que sempre fez o certo para a minha vida. Agradeço, pela vida e por me acompanhar durante ela, especialmente nos momentos mais difíceis. Agradeço ainda por Ele ter me presenteada com a melhor família que eu poderia ter e por Ele ter colocado pessoas maravilhosas, que assim como minha família, foram também fundamentais em minha vida pessoal e acadêmica.

A minha base e meu exemplo de vida, minha mãe Maria da Luz Querino da Costa Borges mais conhecida como Lucinha.

Agradeço pela dedicação em me educar e formar. Por ter investido nos meus estudos e por tudo que fez para que eu chegasse até aqui. Você é tudo para mim.

A minha querida e amada avó Amália ou melhor Dona Amália, que sempre apoiou as minhas escolhas como também sempre estimulou a que estuda-se. Agradeço principalmente por sempre acreditar em mim e em tudo que fiz e faço e infelizmente já não está, mas aqui para ver essa conquista, mas sei onde ela está estará vendo.

Agradeço pelo colo e cuidado quando precisava e por acreditar em meus sonhos. Te amo muito.

A minha namorada, Ana Luiza de Melo Lima, pelo apoio, companheirismo, amizade, e incentivo. Obrigado por seu amor e carinho, por estar sempre presente e tornar minha vida mais tranquila. Divido com você essa minha vitória.

A os meus irmãos e grandes amigos, Tiago Querino e Lucas Querino, pelo carinho, por suas constantes e incondicionais presenças em todos os momentos da minha vida. Sou muito grato por ter vocês em minha vida.

Ao meu orientador, prof. Dr. Anielson dos Santos Souza, por me aceitar como orientado. Pelo apoio, incentivo e confiança em mim depositado. Agradeço por todo o conhecimento, dedicação e atenção na elaboração da minha dissertação.

Aos demais, professores que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu crescimento acadêmico.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas que conquistei durante esses cinco anos, em especial, ao meu parceiro Wemerson, pois sempre estávamos juntos nessa luta e a todos que estão ou que passaram pela residência que juntos ajudávamos uns aos outros. Vocês fizeram parte da minha vida e foram minha

família quando estava longe de casa. Fizeram a diferença na hora dos estudos, nas alegrias e também nas dificuldades. A vocês, meu muito obrigado.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, embora não citados diretamente, contribuíram de alguma forma para transformar o meu título de graduado em realidade.

A todos, o meu muito obrigado!

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização de Município de Cruz do Espírito Santo-PB.....21
- Figura 2:** 'A': Cana-de-açúcar in natura e cortadas; 'B' Cana-de-açúcar queimada e imediatamente cortadas (CF-1) (CF-2) e 'C' Cana-de-açúcar queimada e não imediatamente cortada CF-3). Santa Rita –PB, 2015.....22
- Figura 3:** 'A' Transporte de cana-de-açúcar da área experimental para o Laboratório da Cia Usina São João; 'B' Aparelho desintegrador. Santa Rita- PB, 2015.....25
- Figura 4:** 'A', Amostra desintegrada e homogeneizada, pesando 2 kg; 'B' Amostra pesando 0,5 kg, retirada da amostra desintegrada. Santa Rita- PB, 2015.....25
- Figura 5:** 'A' Prensa Hidráulica; 'B' Amostra pronta para ser imprensada pela pressão hidráulica; 'C' Caldo oriundo da extração da amostra. Santa Rita-PB, 2015.....26
- Figura 6:** 'A', Caldo extraído da prensa Hidráulica sendo filtrado com filtro de papel; 'B', Refratômetro digital; 'C' sacarímetro digital. Santa Rita-PB, 2015.....26
- Figura 7:** 'A', Aparelho que coleta os dados e envia para o computador; 'B', sacarímetro digital conectado com o aparelho; 'C' computador que recebem os dados e geram os demais valores das características tecnológicas. Santa Rita-PB, 2015.....27
- Figura 8:** Médias das formas de colheitas para a característica °Brix (%) .....30



|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 9: ‘A’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica °Brix (%) na CF-1; <b>‘B’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica °Brix (%) na CF-2; <b>‘C’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica °Brix (%) na CF-3.....       | 32 |
| <b>Figura 10:</b> Médias das formas de colheitas para a característica Pol (%).....  | 32 |
| <b>Figura 11: ‘A’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-1; <b>‘B’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-2; <b>‘C’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-3.....                | 34 |
| <b>Figura 12:</b> Médias das formas de colheitas para a característica Pureza (%).....   | 35 |
| <b>Figura 13: ‘A’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica Pureza (%) na CF-1; <b>‘B’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Pureza (%) na CF-2; <b>‘C’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Pureza (%) na CF-3.....   | 37 |
| <b>Figura 14.</b> Médias das formas de colheitas para a característica Fibra (%).....  | 37 |
| <b>Figura 15: ‘A’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica Fibra (%) na CF-1; <b>‘B’:</b> Análise de Regressão Linear para a característica Fibra (%) na CF-2; <b>‘C’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica Fibra (%) na CF-3. .... | 39 |
| <b>Figura 16.</b> Médias das formas de colheitas para a característica ATR.....  | 40 |
| <b>Figura 17: ‘A’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-1; <b>‘B’:</b> Análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-2; <b>‘C’:</b>   |    |

|  |    |
|--|----|
| Análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-3..... | 41 |
|--|----|

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Programação de envios das amostras das canas-de-açúcar, para o Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (LPCTS) da Usina São João - Santa Rita –PB 2015.....   | 23 |
| <b>Tabela 2.</b> Resumos das análises das variâncias para os dados de Sólidos Solúveis Totais - °Brix (%), Teor de sacarose - POL (%), Pureza (%), Fibra (%) e Açúcar Total Recuperável- ATR (kg/t) da cana-de-açúcar (RB 86 3129) em diferentes formas de colheitas. Santa Rita-PB - 2015..... | 29 |

BORGES, F. Q. C.; **PROPRIEDADES AGROINDUSTRIAIS DA CANA DE AÇÚCAR CULTIVAR RB 86 3129 COLHIDA EM DIFERENTES PERÍODOS** Pombal: UFCG, 2015 Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

O manejo adequado da colheita da cana-de-açúcar é uma condição fundamental para obtenção de uma matéria prima de qualidade. Objetivou-se avaliar as propriedades agroindustriais da cana-de-açúcar sob diferentes formas de colheita e o tempo de permanência em campo após a queima ou corte. O experimento foi instalado na fazenda Espírito Santo pertencente à Companhia Usina São João, na Zona da Mata paraibana. Os tratamentos foram compostos por três formas de colheita e 11 (onze) tempos de corte, as três formas de colheita foram: Cana-de-açúcar crua (FC-1); cana-de-açúcar queimada e cortada (FC-2); e cana-de-açúcar queimada e cortada apenas no momento do transporte (FC-3). Os tempos de corte foram os seguintes: (0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 horas). As amostras foram analisadas no Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (LPCTS) da Companhia Usina São João. As características analisadas foram as seguintes: Sólidos solúveis - °Brix (%), Teor de sacarose - Pol (%), Fibra industrial (%), Pureza (%) e Açúcares Redutores Totais – (ART kg/t). O melhor comportamento foi verificado na FC-1, com superioridade nas características, °Brix (%) e Pol (%), já Pureza (%) e ATR tiveram menor comportamento na característica PB (%). O melhor tempo entre a colheita e processamento para as formas de colheitas CF-1 e CF-2 é de 36 horas.

**Palavras-chave:** Pós-Colheita, *Saccharum officinarum*, Qualidade.

BORGES, F. Q. C.; **AGRO INDUSTRIAL PROPERTIES OF SUGAR CANE GROWING RB 86 3129 CROPPED IN DIFFERENT PERIODS** Pombal: UFCG, 2015 Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Science and Technology Agrifood. Pombal, PB.

### **ABSTRACT**

The proper management of harvest cane sugar is a key condition for obtaining a high quality raw material. This study aimed to evaluate the agro-industrial properties of cane sugar in various forms of harvest and the residence times on the field after burning or cutting. The experiment was carried out on the farm belonging to the Holy Spirit Company John Plant, in Paraíba Forest Zone. The treatments consisted of three ways to harvest and eleven (11) cutting times, there were three ways of collection: cane sugar raw (FC-1); sugar cane burned and cut (FC-2); and cane sugar burnt and cut only at the time of transmission (CF-3). Cutting times were as follows: (0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 and 120 hours). The samples were analyzed at Cana Payment Laboratory for content Sucrose (LPCTS) of the Company Usina São João The characteristic were analyzed result in the following: soluble solids - ° Brix (%), sucrose content - Pol (%), industrial fiber. (%) Purity (%) and Totais- Reducing Sugars (ART kg / t). The best performance was seen in CF-1, with superiority in features, ° Brix (%) and Pol (%), while purity (%) and ATR had less behavior characteristic PB (%). The best time between harvesting and processing of ways of CF-1 and CF-2 harvests period is 36 hours.

**Keywords:** Post-Harvest, *Saccharum officinarum*, Quality.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>RESUMO</b> .....  | 10 |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | 11 |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 13 |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                                | 15 |
| <b>2.1 Cultura da cana-de-açúcar</b> .....                           | 15 |
| <b>2.2 Corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar</b> .....  | 16 |
| <b>2.3 Características agroindustriais</b> .....                     | 16 |
| 2.2.1 Teor Sólido Solúveis (°brix %) .....                           | 17 |
| 2.2.2 Teor de Fibra.....   | 18 |
| 2.2.3 Teor de Sacarose (POL do caldo em %).....                      | 19 |
| 2.2.4 Teor de Pureza .....   | 19 |
| 2.2.5 Açúcar Total Recuperável (ATR) .....                           | 20 |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                   | 21 |
| <b>3.1 Localização e caracterização da área do experimento</b> ..... | 21 |
| <b>3.2 Delineamento experimental e espaçamentos</b> .....            | 22 |
| <b>3.3 Características da cultivar</b> .....                         | 24 |
| <b>3.4 Características avaliadas</b> .....                           | 24 |
| <b>3.5 Análise estatística</b> .....                                 | 28 |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                               | 29 |
| <b>4.1 Teores de sólidos solúveis totais - °Brix (%)</b> .....       | 30 |
| <b>4.2 Teores de sacarose – Pol (%)</b> .....                        | 32 |
| <b>4.3 Pureza (%)</b> .....  | 34 |
| <b>4.4 Fibra industrial (%)</b> .....                                | 37 |
| <b>4.5 Açúcares totais recuperáveis (ATR)</b> .....                  | 39 |
| <b>5. CONCLUSÃO</b> .....  | 42 |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                           | 43 |

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta alógama, pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae e subtribo Saccharininae (CASTRO et al., 2001). É originária do Sudeste Asiático, na grande região da Nova Guiné e Indonésia (DANIELS e ROACH, 1987).

As características que definem a qualidade da cana-de-açúcar reúnem os fatores intrínsecos (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, composto fenólicos, amido, cor do caldo, ácidos aconíticos e minerais), e os fatores extrínsecos (terra, pedra, restos de cultura, planta daninha ou compostos produzidos por microrganismos devido a sua ação sobre os açúcares do colmo), (AMORIM, 2003). Vasconcelos (2010) afirma que os principais parâmetros tecnológicos relacionados à qualidade da cana-de-açúcar pós queima/corte são POL (teor de sacarose), Pureza (teor de pureza), ATR (açúcares totais recuperáveis) na cana, teor de açúcares recuperáveis, % de fibra e tempo de armazenamento. Essas características são alteradas com sua permanência no campo, reduzindo a qualidade da cana-de-açúcar que será processada pela indústria.

Considerando que a matéria-prima da agroindústria canavieira é produzida no campo e sua participação na formação dos custos de açúcar e do álcool gira em torno de 60%, sendo, portanto, bastante elevada, com isso, a evolução técnica é fundamental para a competitividade nesse ramo (VEIGA FILHO, 1999). Portanto é fundamental que o processo de colheita seja realizado de forma correta e no tempo certo, para garantir que os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar não sejam alterados negativamente.

O problema importante nesses sistemas é como coordenar os processos de corte, carregamento e transporte do campo até a área industrial, de maneira a suprir, adequadamente, a demanda necessária da mesma. Dois pontos são importantes neste contexto: o primeiro diz respeito ao custo do corte, do carregamento e do transporte que representa, aproximadamente, 30% do custo da produção, e somente o transporte equivale a 12% do total. O segundo diz respeito ao tempo para entrega da cana-de-açúcar às usinas. É necessário que a moagem seja realizada em apenas trinta e seis horas após o corte. Do contrário, os açúcares redutores

existentes deterioraram-se tornando a cana-de-açúcar menos produtiva (HIGGINS, 2006).

Desta forma, objetivou-se com a pesquisa avaliar as características agroindustriais da cana-de-açúcar, sob diferentes formas de manejo e tempos do corte para o carregamento e transporte.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura da Cana-de-açúcar**

O cultivo da cana-de-açúcar é uma das principais atividades de importância econômica no Brasil, compõe o mais antigo setor agroindustrial do país e ocupa posição de destaque na economia nacional. Tal importância é atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser “in natura”, sob a forma de alimentação, de matéria prima na fabricação de produtos e principalmente na produção de açúcar e álcool (BARBOSA e SILVEIRA, 2006).

No entanto essa cultura tem grande importância social, econômica e ambiental para o Brasil, além de ser o maior produtor mundial e líder na exportação de açúcar, e na utilização como fonte de energia renovável (COSTA et. al., 2011).

É constituída de sistema radicular fasciculado ou em cabeleira, se desenvolve em forma de touceira, parte aérea Caule (colmos com nós e entrenós), folhas (lâmina foliar, bainha e colar), flores (plumas) e frutos (cariopses), onde a sacarose é predominantemente estocada no colmo, e também na parte superior da planta onde se localiza a gema apical (MANTELATTO, 2005a).

O colmo é a parte de interesse comercial, por armazenar a sacarose. A composição química dos colmos se torna bastante variável devido aos seus diversos fatores como: variedade; idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo entre outros (PARANHOS, 1987; MARQUES M.O.; MARQUES T.A.; TASSO JÚNIOR, 2001).

No que se refere aos fatores climáticos para a produção da cana-de-açúcar, a temperatura é, provavelmente, o de maior importância. A temperatura basal para a cana-de-açúcar está em torno de 20°C. A temperatura ótima situa-se entre 22 a 30°C, e nestas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento, acima de 38°C não há crescimento (BARBIERI & VILLA NOVA, 1997; DOOREMBOS & KASSAM, 1979; MAGALHÃES, 1987).

Sendo uma planta de metabolismo C4, e eficiente na conversão de energia radiante em energia química, em que provavelmente sejam à compartimentação de enzimas e até mesmo as suas características anatômicas das folhas, tendo como



consequência taxa de fotorespiração baixa ou ausente (MACHADO, 1987). Desta forma os processos de bioconversão de energia na cana-de-açúcar são mais efetivamente afetados pela: luz (intensidade e quantidade), concentração de CO<sub>2</sub>, disponibilidade de água, nutrientes e temperatura (GARCÊZ, 2013).

## **2.2 Corte, carregamento e transporte (CCT)**

A cana-de-açúcar pode ser colhida verde (crua) ou queimada. O corte pode ser realizado manualmente ou mecanicamente (inteira ou picada), de acordo com a topografia e recursos disponíveis. A estocagem deve ser feita no máximo por dois dias, de forma a evitar a perda de açúcar por decomposição bacteriológica e por ação do próprio metabolismo da planta. Além disso, pode ocorrer ressecamento nos colmos e conseqüentemente, dificuldades na moagem, aumentando as perdas de sacarose no bagaço (MARQUES et al., 2008).

O carregamento e o transporte da cana-de-açúcar, do campo para a indústria será de acordo com a tecnologia disponível da indústria ou da região produtora (animal, ferrovia, hidrovía e rodovia) após chegar à usina, é analisada quanto ao teor de sacarose e segue-se para o processamento. Algumas usinas fazem uso de um sistema de lavagem da cana antes da moagem para retirada de resíduos (TFOUNI, 2005). A recepção da cana é realizada em mesas laterais de alimentação da esteira, na qual é lavada e, por meio de uma esteira metálica, passa para a fase de preparo. O preparo consiste em picar e desintegrar a cana-de-açúcar, rompendo as células que contêm o caldo rico em açúcar. Essa operação facilita a extração do caldo pela moagem, aumentando a capacidade das moendas e produzindo um bagaço de maior aceitação à embebição. Para o preparo da cana pode ser utilizado um conjunto de facas rotativas ou um desfibrador, ou ambos trabalhando em conjunto. Ao fim do preparo, a cana vai para as moendas, onde é extraído o caldo (TFOUNI, 2005).

## 2.3 Características agroindustriais

As características agroindustriais canavieiras têm como principal objetivo elevar ao máximo a produtividade e reduzir os custos, associado à melhoria da qualidade da matéria prima e dos produtos finais. Para isso, é necessário que as áreas agrícola e industrial trabalhem juntas visando maior “rendimento industrial” (FERNANDES, 2003a).

A qualidade da cana-de-açúcar depende de um grupo de atributos e não se deve apenas considerar como um sinônimo do conteúdo de sacarose, ainda que seja o parâmetro mais importante (STUPIELLO, 1987). Alguns dos diversos atributos considerados para indicar a qualidade são: O brix, fibra, pol, pureza, AR e ATR. As metodologias de análise e cálculos estão descritas em Fernandes (2003).

### 2.2.1 Sólidos solúveis (°Brix%)

Necessário para que seja observado o ponto de maturação no campo, utiliza-se o refratômetro de campo e análises laboratoriais. Para atingir um bom rendimento, deve haver uma alta produtividade e um elevado teor de sacarose na época da colheita.

Através do refratômetro consegue-se a porcentagem de sólidos solúveis do caldo (°Brix), que está relacionado ao teor de sacarose da cana-de-açúcar. A sacarose, componente de maior interesse no processamento da cana, a qual se deseja obter na forma cristalizada, é susceptível a reações importantes dentre as quais podem ser citadas as reações de decomposição em meio ácido e básico, por efeito da temperatura, enzimas e micro-organismos (MANTELATTO, 2005b).

Segundo Marques et al, (2001), o teor de sacarose na planta aumenta progressivamente, até o ponto máximo. Em seguida, inicia-se um processo de hidrólise ou inversão da sacarose por enzimas da própria planta (obtenção de energia para processos vitais), fazendo com que o teor total de açúcar na planta decresça progressivamente. Em consequência disso, a cana-de-açúcar tem seu período útil de industrialização (PUI), que se inicia na época em que a cana passa a apresentar o teor mínimo de sacarose estabelecido, que permita a sua

industrialização e deve terminar antes que o teor de sacarose comece a decair (HAMERSKI, 2009).

No entanto, apenas o teor de sacarose para a avaliação da cana-de-açúcar na indústria não é suficiente. O teor de açúcar redutor e a pureza no caldo, bem como a fibra na cana, são variáveis consideradas nessa avaliação.

A indústria sucroalcooleira, no Estado de São Paulo, considera que uma cana para ser industrializada deve ter, entre outras características, um caldo que contenha no mínimo 18 °Brix, ou seja, 18% de sólidos solúveis (FERNANDES, 2000). Assim podem considerar estes índices como sendo o ponto de maturação necessário para a industrialização no momento da colheita tanto de cana-planta como de cana-soca (FRANCO, 2003).

### 2.2.2 Teor de Fibra

Fibra é a porção do colmo da cana-de-açúcar insolúvel em água, incluindo toda a matéria estranha que acompanha os colmos (LOPES, 1986; GRAVOIS e MILLIGAN, 1992). O teor de fibra da cana é uma característica varietal que é também influenciado por diversos fatores, como clima (chuva e temperatura), solo (umidade e fertilidade), época de corte e método de determinação. As variedades são normalmente classificadas em baixo, médio e alto teor de fibra. Mas esse é um conceito subjetivo, e a classificação baseia-se em dados médios de análise de cana limpa, cujos valores são extremamente variáveis (FERNANDES, 2000).

A quantidade de fibra na cana, tem influência direta no processo de moagem, pois uma porcentagem de fibra alta significa baixa quantidade de caldo extraído e, conseqüentemente, baixa produção de açúcar. Por outro lado, como a fibra é utilizada para a produção de energia na queima das caldeiras, uma porcentagem muito baixa requer um custo de energia mais elevado no processo (GRAVOIS e MILLIGAN, 1992). Portanto, a porcentagem de fibra na cana é uma variável agroindustrial de suma importância cujos níveis devem oscilar entre 10 e 11%.

### 2.2.3 Teor de Sacarose (POL do caldo em %)

O Pol% do caldo representa a porcentagem de sacarose contida numa solução de açúcares. Sabe-se que o Pol% da cana é uma das principais características utilizadas nas indústrias canavieiras, assim como a porcentagem de fibra, pureza e açúcares redutores.

Pol refere-se à sacarose contida no caldo de cana, e quanto mais elevados os teores, mais madura está a cana. A cana imatura possui mais açúcares redutores e compostos precursores de cor, e estes interferem na Pol para menos, ocasionando uma coloração elevada na cor do caldo (RIPOLI e RIPOLI, 2004; LEITE, 2000).

Deuber (1988) afirma que uma cana-de-açúcar torna-se madura no momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose com Pol% de cana acima de 13. Segundo Marin (2013), a maturação, na Região Nordeste, tem início entres os meses de novembro e abril. O desenvolvimento do processo de maturação, a partir do qual se inicia o processo de decréscimo. Desta maneira esse processo define as curvas de maturação que são características das variedades e, ao mesmo tempo, influenciadas pelas condições de clima e solo.

Franco (2003) observou dados de Pol (caldo e cana) para a cana-planta e a cana-soca e desta forma verificou que os colmos foram colhidos após atingirem o ponto de maturação (Pol% cana com 14,7% na cana-planta e 16,7% na cana-soca). Segundo Fernandes (2000) este valor deve ser maior ou igual que 14,4%.

#### 2.2.4 Teor de pureza

A pureza é o indicador mais importante do estágio de maturação da cana-de-açúcar, indicando a porcentagem de sacarose (Pol) contida nos sólidos solúveis (°Brix). Quanto mais madura a cana, maior será a pureza, pois terá maior acúmulo de sacarose, visto que com a deterioração e envelhecimento da cana, a pureza tende a diminuir ocasionando um aumento na cor do açúcar (SANTANA, 2012).

Segundo Lopes (1986), pureza é a relação entre o teor de sacarose de uma solução (porcentagem de sacarose dissolvida) e o teor total de açúcares, expresso em %. Pode ser definida como a fração percentual de sacarose nos sólidos totais de uma solução açucarada. Fernandes (1985) ainda completa que os valores de pureza do caldo ideais para considerar a cana-de-açúcar madura são de 80,0 e 85,0% para o início e decorrer da safra, respectivamente.

Quando a cana colhida se deteriora, os níveis de açúcar invertido aumentam. Esses açúcares vão se decompondo e formam ácidos orgânicos e moléculas de compostos coloridos (CLARKE & LEGENDRE, 1999). A pureza sendo alta é prenúncio de facilidade de fabricação, e melhor qualidade de açúcar e de altos rendimentos industriais. Isto pela baixa quantidade de não sacaroses como componentes normais do caldo, aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores, além de outros compostos formadores de cor (STUPIELLO, 2000).

#### 2.2.5 Açúcar total recuperável (ATR)

O açúcar total recuperável (ATR) é um dos mais importantes tanto para indústria quanto para os produtores. Pois em função dele é que as unidades industriais elaboram o preço pago aos produtores, de acordo com a metodologia descrita pela Consecana (2003).

Segundo Fernandes (2000), para a indústria sucroalcooleira, é importante estimar a quantidade de sacarose na matéria-prima, que é possível de ser recuperada na forma de açúcar cristal. O ATR representa todos os açúcares na forma de açúcares invertidos. O teor de ATR pode ser obtido por análise após inversão ácida de sacarose, calculada pela soma dos açúcares, ou, para matérias-primas de alta pureza. Fatores inerentes não só como a matéria-prima, mas também as instalações industriais devem ser consideradas. Assim, a variável que cumpre este papel denomina-se Açúcar Total Recuperável (ATR), expressado em Kg de açúcar por tonelada de cana.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área do experimento

O experimento foi instalado na fazenda Espírito Santo, pertencente à Companhia Usina São João, localizada no município de Cruz do Espírito Santo-PB (Figura 1). A empresa atua na fabricação de açúcar e etanol, com áreas distribuídas entre as cidades de Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Sapé, São Miguel do Itaipu e Conde - PB.

A Companhia Usina São João, possui uma área plantada com cana-de-açúcar, de aproximadamente 8.000 ha, com produtividade média de  $62,5 \text{ t ha}^{-1}$ , na safra de 2012/2013, cuja produção foi de 500.000 t de cana-de-açúcar.

O Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (LPCTS) da Companhia Usina São João, foi usado para realização das análises. O LPCTS localiza-se na fazenda Central que se encontra no território do município de Santa Rita-PB, que segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2005) situa-se na Mesorregião da Zona da Mata Paraibana, com área de 727 km<sup>2</sup>.



**Figura 1:** Localização do município de Cruz do Espírito Santo-PB. Fonte: IBGE, 2007

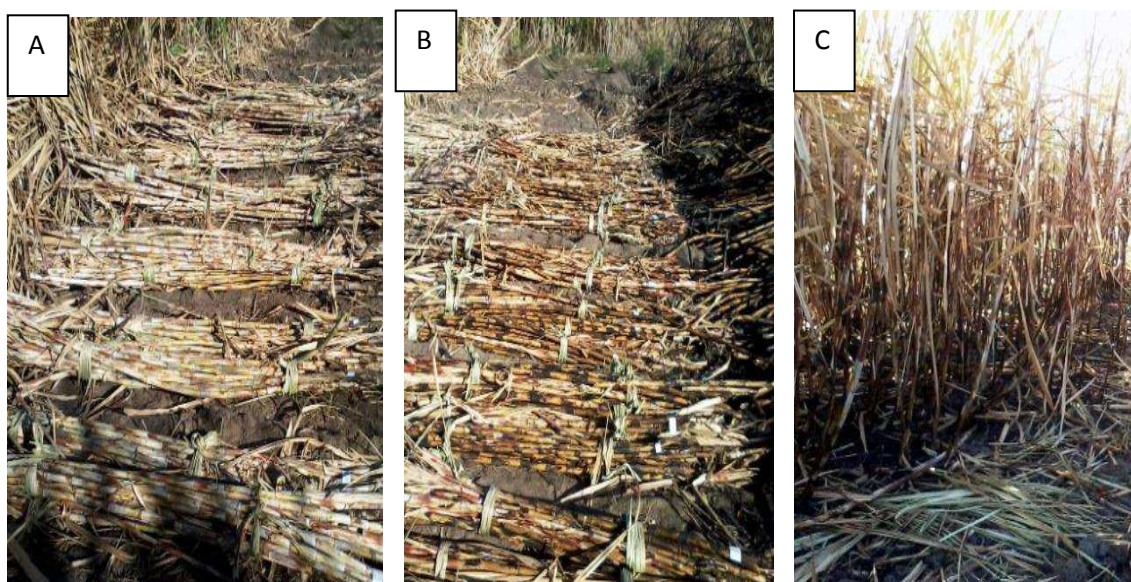
A região apresenta clima tropical chuvoso (quente úmido), com verão seco, que segundo classificação de Köppen-Geiger, é caracterizada por uma precipitação anual de 1.800 mm, com uma maior concentração no final da estação do outono e

início do inverno, nos meses de maio, junho e julho, sendo junho o mês de maior concentração pluvial.

### 3.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 11, sendo os fatores: três manejos de colheita, e onze tempos de análise com três repetições, totalizando 99 parcelas.

As formas de colheita foram as seguintes: cana crua FC-1 (Figura 2A), cana queimada e cortada FC-2, (Figura 2B) e cana queimada e cortada apenas no momento do transporte, FC-3 (Figura 2C). Os tempos para a análise foram os seguintes: 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 horas.



**Figura 2:** 'A': Cana-de-açúcar in natura e cortadas (CF-1); 'B' Cana-de-açúcar queimada e imediatamente cortada (CF-2) e 'C' Cana-de-açúcar queimada e não imediatamente cortada CF-3). Cruz do Espírito Santo –PB, 2014.

Foram analisadas as características tecnológicas, durante 120 horas, com análise a cada 12 horas, com início à zero hora. Nas formas de colheitas FC-1 (in natura e cortada) e FC-2 (queimada e imediatamente cortada) a cana-de-açúcar foi coletada uma vez no talhão de origem, e organizadas em montes conforme é realizado no processo de colheita. Na FC-3, o canavial foi queimado, mas, o corte não foi realizado imediatamente após a queima. Dessa forma, no tratamento FC-3

(queimada e não imediatamente cortada) foram realizadas coletas sendo, uma coleta para cada envio (Tabela 1).

**Tabela 1.** Programação de envios das amostras das canas-de-açúcar, para o Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (LPCTS) da Usina São João - Santa Rita –PB 2014.

| <b>Envio das amostras</b> | <b>Período da amostra no campo</b> |
|---------------------------|------------------------------------|
| 06:00 horas               | 0 horas                            |
| 18:00 horas               | 12 horas                           |
| 06:00 horas               | 24 horas                           |
| 18:00 horas               | 36 horas                           |
| 06:00 horas               | 48 horas                           |
| 18:00 horas               | 60 horas                           |
| 06:00 horas               | 72 horas                           |
| 18:00 horas               | 84 horas                           |
| 06:00 horas               | 96 horas                           |
| 18:00 horas               | 108 horas                          |
| 06:00 horas               | 120 horas                          |

As parcelas experimentais possui 1,25 m<sup>2</sup>, com dimensões de 2,5 m de comprimento por 0,5 m de largura. O bloco foi composto por 33 parcelas, sabendo que a forma de colheita FC-3 (queimada e não imediatamente cortada) não ficou no bloco, pois objetivou-se averiguar o comportamento da cana-de-açúcar queimada e não imediatamente cortada, com isso as amostras ficaram ‘em pé’ no talhão de origem. As amostras para as formas de colheita FC-1 (in natura e cortada) e FC-2 (queimada e imediatamente cortada) foram distribuídas nas parcelas ficando organizadas em montes, para simular o que ocorre no processo normal de colheita. Foi escolhido um talhão que estava sendo cultivada a variedade RB 86 3129. Cada parcela recebeu um metro linear de cana-de-açúcar (12 colmos). Após a queima realizou-se a confecção das amostras, com a coleta no talhão respeitando a bordadura de 1 metro.

Cada forma de colheita foi composta por três montes, um em cada bloco. Cada monte era composto por 12 canas, e cada um representou uma repetição, sendo levado ao laboratório três montes de cada forma de colheita a cada 12 horas.



Assim uma forma de colheita durante o experimento possuía 396 canas-de-açúcar e todo o experimento 1.188 canas-de-açúcar.

### **3.3 Características da Cultivar**

Hábito de crescimento levemente decumbente, fácil despalha, mediana quantidade de folhas, forma arqueada, largura, capitel e serrilhamento médios, volume da copa regular e serrilhamento do bordo mediano com coloração verde. O colmo com entrenós de forma bobinada, seção transversal circular, comprimento e diâmetro médio, alinhamento suave ziguezague, coloração ao sol, verde amarelo e, sobre palha, amarelo verde, sem rachaduras, não tem canaleta da gema e com pouca cera. A gema com poro germinativo sub-apical, forma oval, pouco saliente, com almofada estreita, ocasionalmente ultrapassa o anel de crescimento. A bainha tem pouco pêlo na parte dorsal, aurícula de forma lanceolada de tamanho médio, a lígula é crescente: o palmito é de comprimento longo com pouca cera de cor verde amarelo e seção transversal circular.

A RB 86 3129 apresenta boa germinação, ótima perfilhação e brotação de soqueiras. A produção agrícola e o teor de sacarose são altos, com a maturação e teor de fibra médio, e o florescimento é baixo. A RB 86 3129 tem boa adaptação a diferentes condições de clima e solo, sendo recomendado o seu cultivo para todas as regiões edafoclimática do Estado da Paraíba-PB (NETO, 2009).

### **3.4 Características Avaliadas**

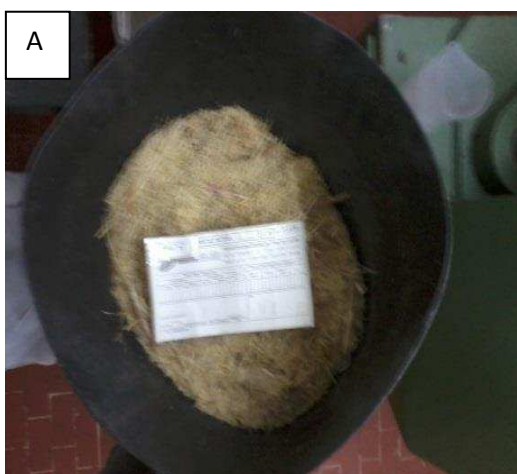
As amostras foram analisadas no Laboratório de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (LPCTS) da Companhia Usina São João. Avaliou-se: Sólidos solúveis totais -°Brix (%), Teor de sacarose –Pol (%), Fibra industrial (%), Pureza (%) e Açúcares redutores totais– (ART kg/t).

As amostras da área experimental foram transportadas por caminhão (Figura 5 A), chegando na Companhia Usina São João, foram preparadas para serem analisadas no laboratório da empresa. A primeira etapa foi passar as amostras no aparelho desintegrador (Figura 5 B) e depois efetuou-se uma homogeneização manual.

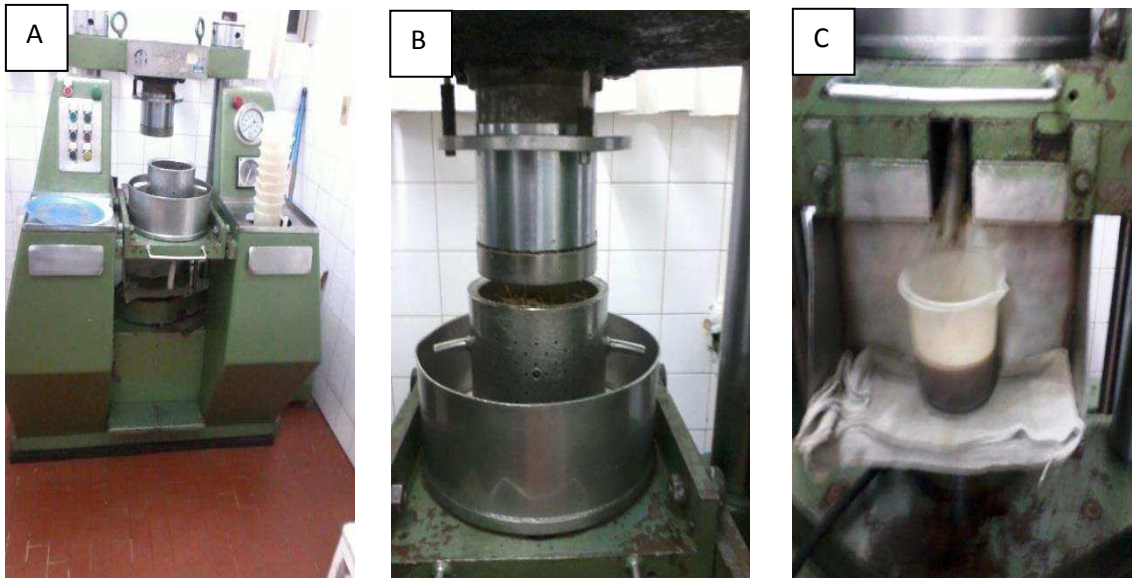


**Figura 3:** 'A' Transporte de cana-de-açúcar da área experimental para o Laboratório da Cia Usina São João; 'B' Aparelho desintegrador. Santa Rita- PB, 2014.

A quantidade de amostras homogêneas foram 2,0 kg (Figura 5 A), conduzidas ao Laboratório. No laboratório pesou-se uma amostra de 0,5 kg (Figura 5 B) da cana desfibrada e homogênea que foi transferida para uma prensa hidráulica (Figura 6 A e B) para extração do caldo, a uma pressão constante de 250  $\text{kgf/cm}^2$  (24,5 MPa) durante o período de um minuto. A parte fibrosa resultante da prensagem foi pesada para fornecer o peso do bolo (bagaço) úmido (PBU). O caldo extraído variou de 0,250 e 0,300 litros por amostra (Figura 6 C), adequadamente filtrada (Figura 7 A) para a determinação do °Brix (%) e da Pol (%).



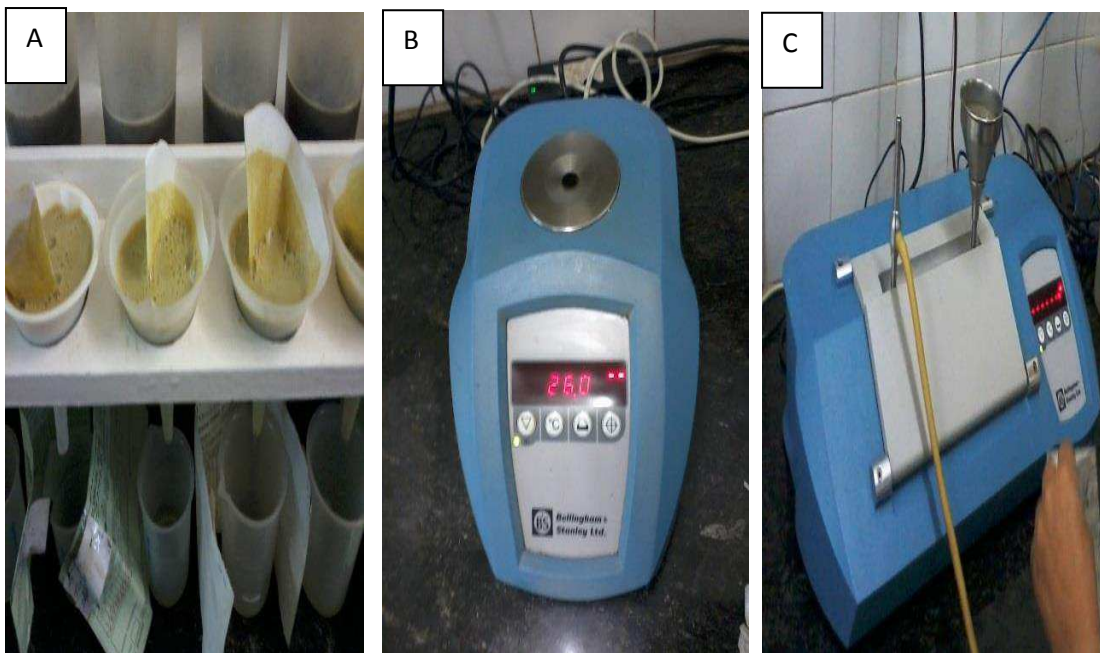
**Figura 4:**'A', Amostra desintegrada e homogênea, pesando 2 kg; 'B' Amostra pesando 0,5 kg, retirada da amostra desintegrada. Santa Rita- PB, 2014.



**Figura 5:** 'A' Prensa Hidráulica; 'B' Amostra pronta para ser impressada pela pressão hidráulica; 'C' Caldo oriundo da extração da amostra. Santa Rita- PB, 2014.

A determinação do °Brix (%) foi efetuada em refratômetro digital (Figura 7 B), provido de correção automática de temperatura e ajuste de campo, com valor final expresso a 20°C.

Pol do caldo em % foi determinado com o uso do sacarímetro (Figura 7 C).

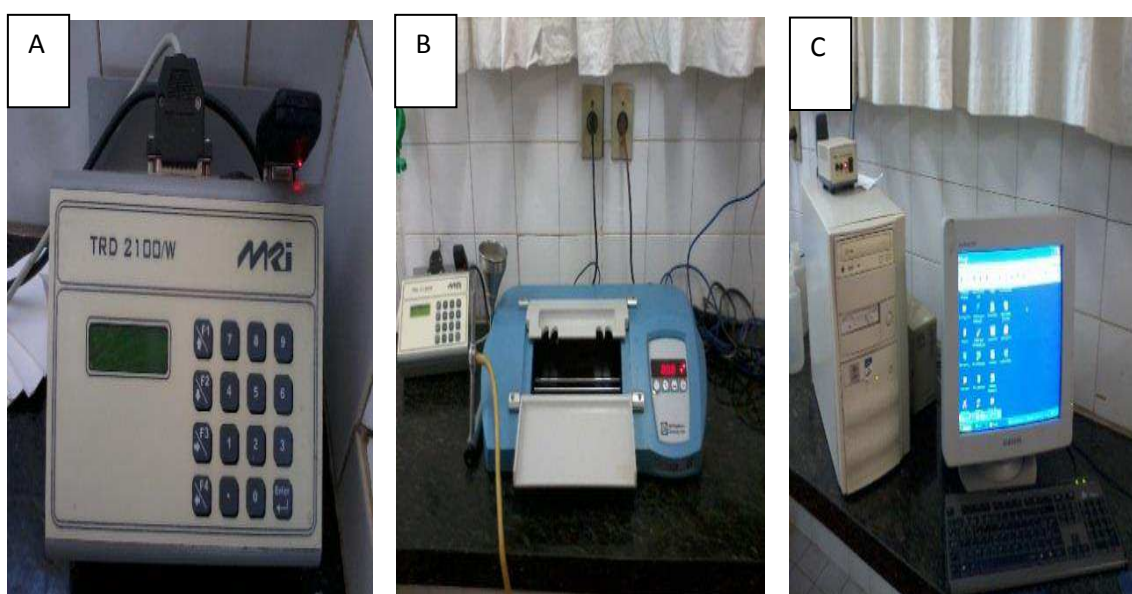


**Figura 6:** 'A', Caldo extraído da prensa Hidráulica sendo filtrado com filtro de papel; 'B', Refratômetro digital; 'C' sacarímetro digital. Santa Rita-PB, 2014.



Os resultados obtidos de PBU, Brix (%) e Pol (%), servem de base para determinar as demais características tecnológicas consequentemente à apuração da qualidade da cana-de-açúcar como matéria prima.

Refratômetro digital, sacarímetro digital e a balança semi-analitica são conectados a um aparelho (Figura 8 A e B), que envia os dados para um computador (Figura 8 C), aonde foram gerados os valores das demais características (Fibra (%), Pureza (%) e ATR) seguido o método CRSPCTS/PB, utilizando software Sisagri (sistema de controle e gerenciamento agrícola) da empresa.



**Figura 7:** 'A', Aparelho que coleta os dados e envia para o computador; 'B', sacarímetro digital conectado com o aparelho; 'C' computador que recebe os dados e gera os demais valores das características tecnológicas. Santa Rita-PB, 2014.

O método CRSPCTS/PB usa as seguintes equações para determinar as características:

*Fibra industrial, %.*

O cálculo é baseado na correlação entre resíduos fibrosos e fibra industrial, determinada experimentalmente segundo a equação:

$$\text{FIBRA} = (100 \cdot \text{PS}) \times (\text{PU} \cdot b) / 5 \cdot (100 - b)$$

**Equação 1**

Em que:

PS= peso do bolo seco a 105° C;

PU = peso do bolo úmido (resíduo fibroso);

b=Brix do caldo extraído

*Pureza do caldo*

Calculada com a porcentagem de sólidos solúveis totais no caldo extraído, após a determinação dos valores de POL. e °BRIX. (Caldas, 1998). A pureza é determinada pela expressão:

$$PZA = \frac{\text{POL caldo}}{\text{°BRIX caldo}} \%$$

**Equação 2**

*Açúcar Total Recuperável ATR*

Calculado pela expressão:

$$ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905 \text{ ou}$$

$$ATR = 9,5263 \times PC + 9,05 \times ARC$$

**Equação 3**

**Equação 3.1**

Em que:

10 x PC = Pol por tonelada de cana

1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores

0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5 % (nove e meio por cento)

10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana

### **3.5 Análise Estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e quando verificado efeito significativo às médias dos tratamentos foram desdobradas em análise de regressão ou em teste de médias (Tukey, 5%). A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa computacional SAEG V. 5.0 DOS.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa nas interações entre o tempo e a forma de colheita nas características das análises de variância do °Brix (%), POL (%), e Fibra (%). Houve significância em nível de 1% de probabilidade nas características de °Brix (%), POL (%), Pureza (%) e ATR (kg/t), em que só a característica Fibra (%) que foi significativo em nível de 5% isso na fonte de variação de “tempo de armazenamento”, ocorrendo também, diferenças entre as “formas de colheitas” em nível de 1% para as características °Brix (%), POL (%) e Pureza (%), de acordo com o teste F (Tabela 2), e dessa fonte de variação na Fibra (%) e no ATR (kg/t) em 5% de probabilidade.

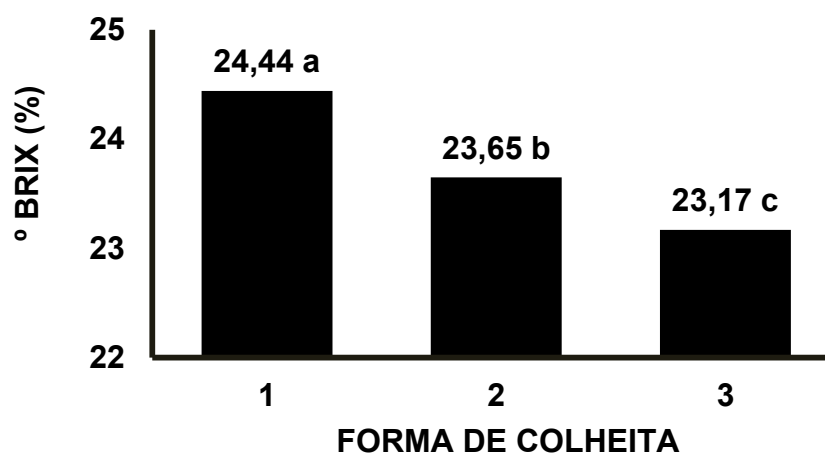
**Tabela 2.** Resumos das análises das variâncias para os dados de Sólidos Solúveis Totais -°Brix(%), Teor de sacarose - POL (%), Pureza (%), Fibra (%) e Açúcar Total Recuperável- ATR (kg/t) da cana-de-açúcar (RB 86 3129) em diferente formas de colheitas. Santa Rita-PB - 2014.

| Fontes de variação | GL | Quadrados Médios |          |            |          |            |
|--------------------|----|------------------|----------|------------|----------|------------|
|                    |    | °Brix            | POL      | Pureza     | Fibra    | ATR        |
| Colheita           | 2  | 13,5475**        | 8,1792** | 224,5594** | 1,0623ns | 94,1736ns  |
| Tempo              | 10 | 3,8652**         | 2,2162** | 48,2082**  | 1,5407*  | 287,7104** |
| Tempo x colheita   | 20 | 0,1526ns         | 0,2817ns | 22,7265**  | 1,0454ns | 159,6806** |
| Bloco              | 2  | 0,2242ns         | 0,9244ns | 2,2585ns   | 0,1927ns | 33,3740ns  |
| Resíduo            | 64 | 0,3300           | 0,4194   | 9,3979     | 0,6124   | 43,6926    |
| CV (%)             |    | 2,4187           | 3,0809   | 3,5385     | 5,9763   | 4,0315     |
| Média              |    | 23,753           | 21,020   | 86,635     | 13,094   | 163,96     |

(\*\*); (\*); (ns) significativos a ( $p \leq 0,01$ ) e ( $p \leq 0,05$ ) e não significativo, respectivamente, pelo teste.

#### 4.1 Sólidos solúveis - °Brix (%)

Para o teor de sólidos solúveis totais em função das formas de colheita verificou-se na forma de colheita FC-1, a maior média 24,44% e as demais formas de colheita tiveram médias inferiores, FC-2 de 23,65% e FC-3 com 23,17%.



**Figura 8.:** Refere-se as médias das formas de colheitas para a característica °Brix (%).

O que se deve provavelmente a menor perda de sólidos solúveis totais pode esta associado a FC-1 não passar pelo processo de queima. As perdas nas formas de colheita da FC-2 e FC-3 podem ter sido causadas pela exsudação da água decorrente da elevada temperatura proveniente da queima, já que, segundo Barbieri & Silva (2008), a temperatura e o tempo de queima influenciam diretamente na intensidade do processo de exsudação do caldo nos colmos. Complementando, nota-se que as médias obtidas (Figura 8) estão acima do que se verifica na literatura, e Silva et al. (2007) sugerem que os valores médios de °Brix (%) devem variar de 17 a 23% do caldo, e Silva et al (2013), verificaram médias de °Brix (%), para cana planta de 17,30%, para primeira rebrota de 19,27% e segunda rebrota valor de 19,16%. De acordo com os autores essa superioridade esta relacionada ao tempo de armazenamento em campo.

Com isso Valente et al. (2012), observou que o efeito da presença ou ausência de componentes não-colmo e do tempo de armazenamento sobre as perdas de massa e concentração de açúcares em cana-de-açúcar, verificaram média de 19,78% para o °Brix (%) na cana-de-açúcar com colmos sem ponteiro e

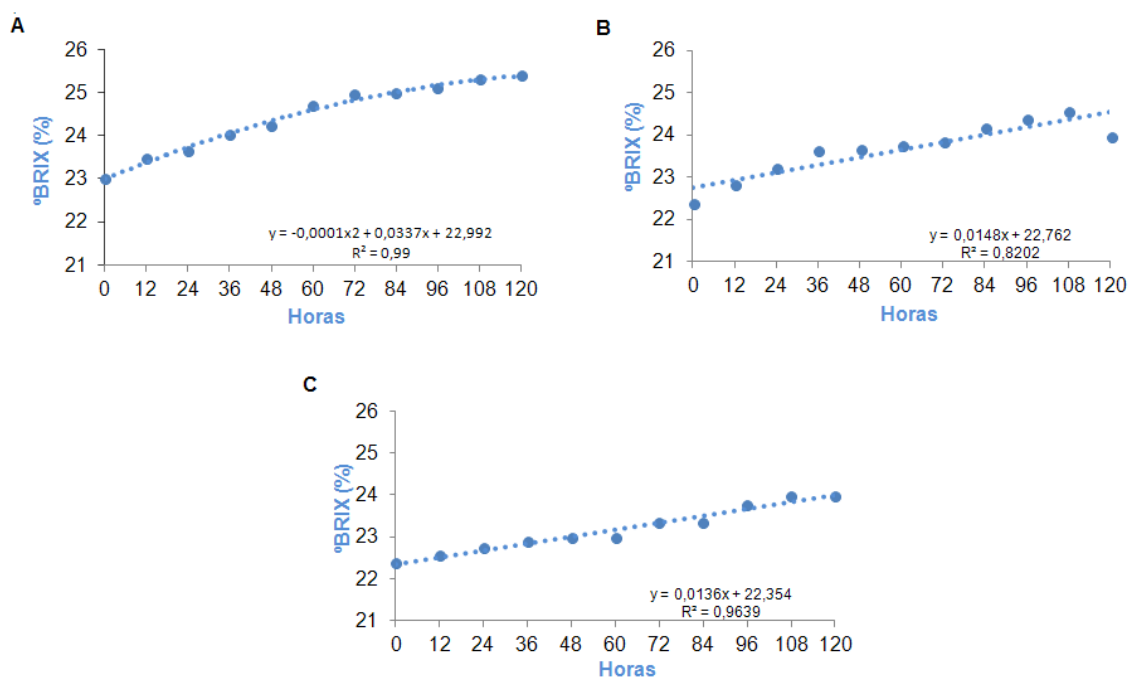


palhas queimadas. Com isso esses autores também observaram incremento no °Brix (%) da cana até os 10 dias de armazenamento, convergindo com os resultados observados neste trabalho.

A forma de colheita FC-3 alcançou-se a menor média, provavelmente pelo fato de as plantas terem sido queimadas e ainda permaneceram no campo sendo cortado no momento do transporte, o que pode ter reduzido à ação de microrganismo nos colmos como um todo, e nos danos mecânicos na base e no ápice da planta, que não sofreram período de espera expostos as condições ambientais.

Pode-se notar, na (Figura 9 C), onde as plantas permaneceram no campo, após queimada, até o momento do processamento, que houve a reativação das atividades fisiológicas da planta, proporcionando a metabolização dos sólidos solúveis. Sendo que houve um pequeno acréscimo nas primeiras 48 horas, ficou constante até às 60 horas, fato que não ocorreu nas outras formas de colheita. Também esse comportamento pode refletir no teor de sacarose pela reativação do metabolismo da planta, o que poderá ser visto na Pol (Figura 11).

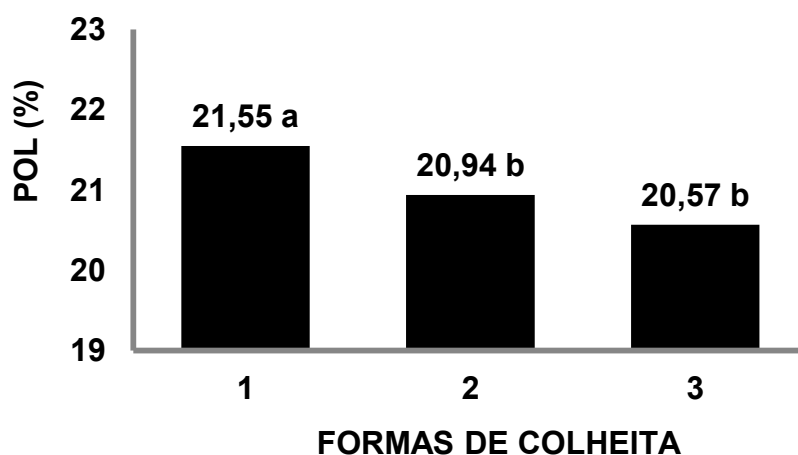
Na maioria das vezes os valores °Brix (%) são ocorrido devido à desidratação, pois nas formas de colheita FC1 e FC2 teve aumento de 1% a partir de 24 horas, isso poderá está relacionado à perda de líquido com o tempo e não ao aumento de sólidos solúveis (TAVARES, 1997). Com base na literatura e de acordo com os resultados obtidos nesse trabalho é recomendado o tempo máximo para a moagem da cana-de-açúcar de 24 a 36 horas (SIQUEIRA et al., 2012). Segundo Ripoli e Ripoli (2004), obtiveram resultados semelhantes, afirmando que até 36 horas as perdas não são significativas, acrescentando que ao ser cortada e exposta ao tempo, sofrerá uma desidratação, intensificando a respiração do colmo com perdas de açúcares e intensa atividade de microrganismos, podendo de acordo com o tempo de exposição levar um deterioração da cana levando a perdas na qualidade



**Figura 9.** ‘A’: Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica °Brix (%) na CF-1; ‘B’: Refere-se a análise de Regressão Linear para a característica °Brix (%) na CF-2; ‘C’: Refere-se a análise de Regressão Linear para a característica °Brix (%) na CF-3.

#### 4.2 Teor de Sacarose - Pol (%)

O teor de sacarose variou com a forma de colheita. Na FC-1 obteve a maior média 21,55%, seguindo a FC-2 20,94% e da FC-3 com valor da Pol (%) 20,57%.

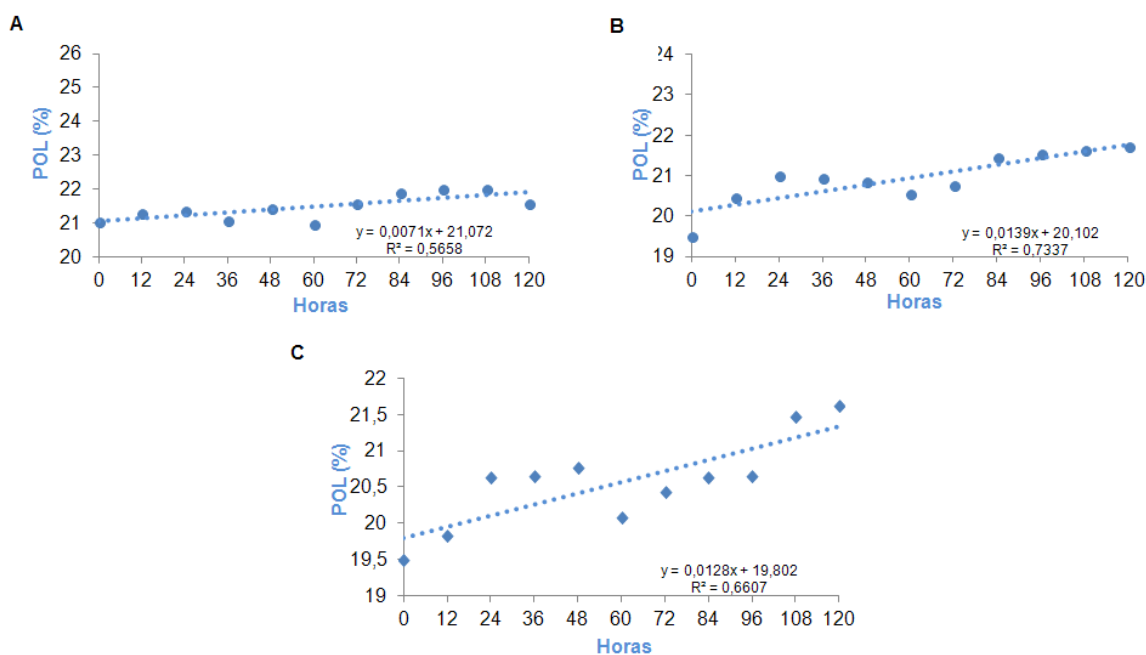


**Figura 10.:** Refere-se as médias das formas de colheitas para a característica Pol (%).

A Pol (%) é influenciada pela sacarose e suas médias se encontram na mesma ordem das verificadas para o °Brix (%) nas formas de colheitas e suas causas (Figura 10).

De acordo com a literatura os valores médios da Pol (%) encontrados é superior, pois segundo Oliveira et al. (2011), estudando a produtividade, a eficiência de uso de água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos, verificaram para variedade RB 92 579, quando obtiveram, no cultivo em sequeiro, valores de Pol (%) de 18,20% e, para cultivo com irrigação plena, de 18,80%. Entretanto, ao se avaliar as zero horas, os valores da Pol (%) ficam entre 20,9 e 19,3 na (Figura 11 A e C), respectivamente, ou seja, semelhantes aos encontrados na literatura, confirmando-se a influência de tempo de armazenamento a nível de campo.

Analisando a curva de regressão da Pol (%) em função do tempo, confere um comportamento linear crescente nas três formas de colheita FC-1, FC-2 e FC-3, sendo entre às 84 e 120 horas, os valores máximos estimados quando se obteve uma Pol de 22,02%; 21,71 e 20,60%. Os acréscimos ocorridos neste trabalho foram proveniente da perda de peso da cana-de-açúcar que proporcionou desidratação, que acarreta aumento no teor de Pol (%). Resultado semelhante foi verificado por Vasconcelos (2010), confirmando que as perdas de peso na cana-de-açúcar colhida inteira são, principalmente, devido à evaporação de água, o que faz com que a Pol (%) aumente.

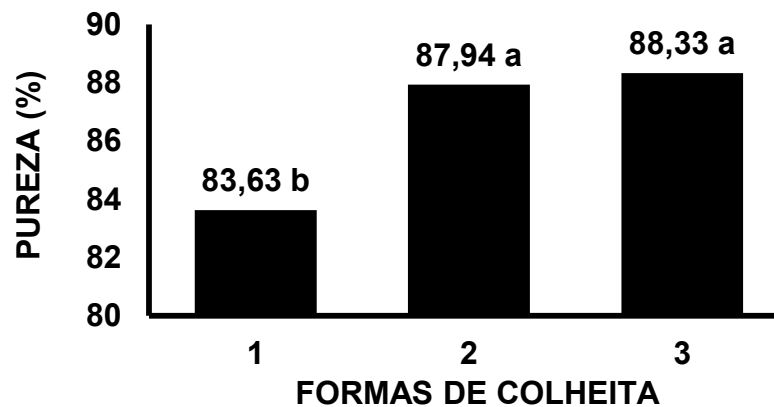


**Figura 11.** 'A': Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-1; 'B': Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-2; 'C': Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Pol (%) na CF-3.

Nas três formas de colheita tanto da FC-1, FC-2 e FC-3 houve aumento até às 120 horas, obtendo uma POL de 22,02%, 21,71% e 21,62, respectivamente. Possivelmente, o aumento da concentração esteja relacionado com o aumento da respiração e desidratação do colmo que ocorre durante o tempo armazenado no campo, com isso resultando no aumento da concentração do soluto.

### 4.3 Pureza (%)

Ao se analisar a (Figura 12), nota-se que houve significância entre FC-1 das demais FC-2 e FC-3 da característica Pureza (%), tendo uma média de 83,63% na FC-1, 87,94% na FC-2 e na FC-3 com média de 88,33%.



**Figura 12.:** Refere-se as médias das formas de colheitas para a característica Pureza (%).

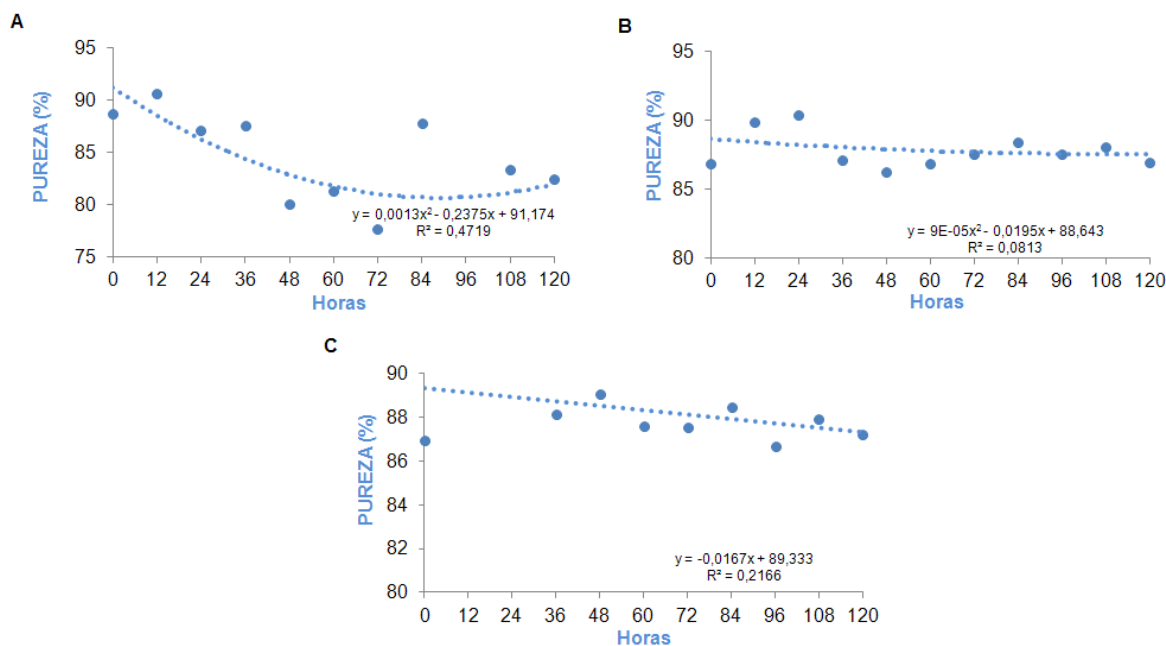
Os valores de Pureza (%), quando a cana-de-açúcar está adequada para o beneficiamento, deve ser de, no mínimo 85%, o que garante um bom aproveitamento industrial (FIGUEIREDO, 2010). Estudos sobre qualidade industrial da variedade de cana-de-açúcar em três anos agrícolas revelaram médias de 85,74% na cana planta, 84,62% na primeira rebrota e 86,28% durante a segunda rebrota (SILVA et al. 2013). Vale salientar que a alta pureza na cana, é prenúncio de facilidade de açúcar e de altos rendimentos (TARSO JUNIOR, 2007). No entanto a pureza do caldo da cana-de-açúcar está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima, e sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas à cana no momento da colheita. É importante obter valores superiores a 80% de pureza durante o processo de colheita. Isso foi demonstrado neste trabalho, o que evidencia boa qualidade de matéria-prima. Resultados semelhantes de colheita foram encontrados por Silva et al. (2008) 84,4%, Prado e Pancelli (2006) (83,8 %) e Figueiredo et al. (2008) 86,6%. Nas normas de qualidade da matéria-prima redigidas pelo Consecana (2003) e (2006), foi estabelecido que as unidades industriais só podem recusar o recebimento de carregamentos com pureza abaixo de 75%.

A pureza variou com o tempo para cada forma de colheita, notando-se regressão polinomial decrescente na forma de colheita FC-1 e linear na forma de colheita FC-2 (Figura 13 A e B), destacando-se um decréscimo na ordem de 82,46% para a FC-1 e 87,01% para a FC-2. Deve-se salientar que na FC-1 obteve-se há 12 horas, o maior valor de Pureza (%), no entanto, ocorreu a maior redução, o que

significa dizer que ao ser colhida verde, a cana não necessita ser imediatamente processada. A diminuição da Pureza está relacionada com redução nos valores de °Brix (%) e Pol (%), que indica baixa concentração de sacarose, que é indesejável para o processamento. Dessa forma os valores do °Brix (%) e da Pol (%) isoladamente não indicam que a cana-de-açúcar apresenta-se boa qualidade, quando a mesma passa tempo de estocagem no campo, necessitando-se avaliação da pureza (%) que está relacionado com os dois parâmetros citado.

Na forma de colheita FC-3, nota-se que o máximo em pureza obtido no tempo de 24 horas, na ordem de 91,51%, ocorrendo pequenas oscilações nesse tempo de exposição. O máximo acúmulo da Pol (%), não está associado ao melhor ponto de industrialização. Pois o tempo de armazenamento é um ponto negativo, sinônimo de deterioração da matéria prima. Ainda, pode-se dizer que nesse período ocorre a redução no °Brix (%) (Figura 9 C), ao tempo em que ocorre aumento na Pol (%), o que pode estar relacionado ao consumo de sacarose. Isso ocorre provavelmente por causa do alto valor do °Brix (%)

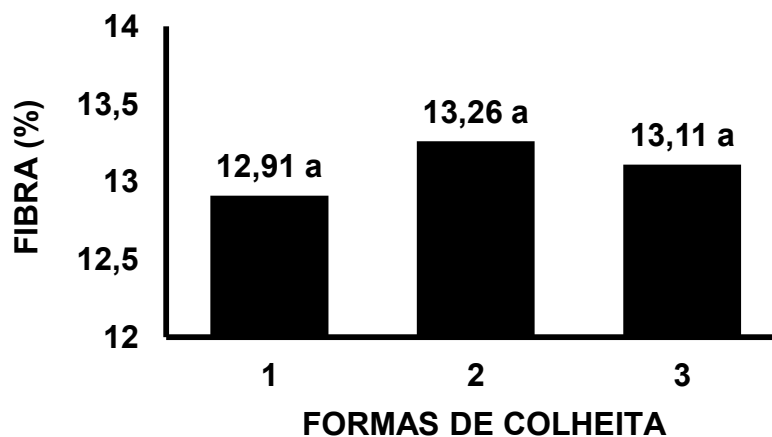
A diminuição da característica Pureza (%) está relacionada, diretamente, com o tempo de armazenamento, ocorrendo à diminuição da qualidade com o aumento do tempo. De acordo com Irvine (1993), os colmos de cana-de-açúcar podem se deteriorar mediante processos enzimáticos, com destaque para a ação da enzima invertase, que converte a sacarose em glicose e frutose, promovendo redução da pureza.



**Figura 13.** **A'**: Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica Pureza (%) na CF-1; **B'**: Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Pureza (%) na CF-2; **C'**: Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Pureza (%) na CF-3.

#### 4.4 Fibra Industrial (%)

Os teores de Fibra (%), variaram com o tempo de armazenamento, constatando-se médias entre 12,91% e 13,26% (Figura 14), e os valores há zero horas não ultrapassaram 13,21%.



**Figura 14.:** Refere-se as médias das formas de colheitas para a característica Fibra (%).

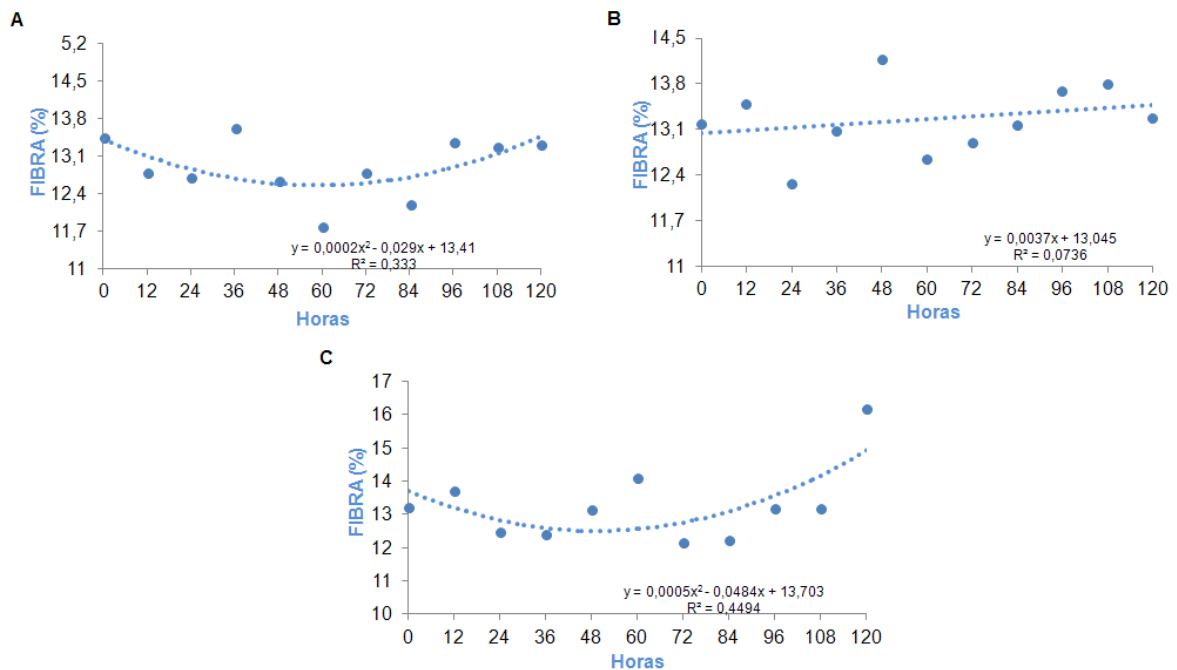
Os valores obtidos são aceitáveis para o processamento agroindustrial que, de acordo com Ribeiro (2010), devem ficar entre 12% e 14%, no intuito de proporcionar uma boa quantidade de caldo, também, uma boa produção de bagaço para ser utilizado nas caldeiras. Silva et al., (2013), estudando qualidade industrial de quatro variedades de cana-de-açúcar em três anos agrícolas verificaram médias para Fibra (%) de 12,76% na cana planta, e na primeira rebrota 13,46% e na segunda rebrota 14,91%.

Observando a Figura 15 A e B verifica-se curva de regressão polinomial e linear para Fibra (%) com decréscimo máximo ocorrendo a 60 horas de 11,79% e 12,67% respectivamente. Estes decréscimos não estão relacionados a alterações na fibra botânica, mas provavelmente se refere ao decréscimo das impurezas. Sendo verificado um aumento nos valores de Fibra (%) em todas as três formas de colheita às 96 horas, com ordens de 13,36% para FC-1, 13,70% na FC-2 e 13,18% na FC-3, sendo que os valores máximos das FC-1 e FC-2 foram às 36 e 48 horas já FC-3 o seu valor máximo foi às 120 horas (Figura 15 A, B e C). Provavelmente, devido ao tempo avançado de permanência no campo, havendo ressecamento do colmo, consequência da perda por evaporação do solvente, que afeta diretamente o peso de bolo úmido no laboratório, que implicar diretamente no valor da Fibra (%). De acordo com Fernandes (2000), o teor de fibras deve estar entre 10 e 13% para que seja recomendada a industrialização da cana. Quando estes valores se mostram muito elevados, há dificuldade na extração do caldo; todavia, quando esses valores são muito baixos, pode ocorrer uma maior incidência de quebra dos colmos no momento da colheita (CAVICHIOLI et al., 2010), com isso se verifica que todas as formas de colheita tem um comportamento positivo por estarem em uma faixa aceitável, proporcionando bom aproveitamento industrial.

Na (Figura 15 C) onde está à forma de colheita FC-3 houve um comportamento Polinomial, tendo pequenos acréscimos ao longo do tempo, sendo observado o valor máximo às 120 horas em ordem de 16,17%. Mostrando que esse valor não está na faixa aceitável para o processamento. Desta forma haverá bastante perdas na extração do caldo, associada ao teor de Fibra (%) com uma reabsorção da sacarose pelo bagaço, de acordo com isso ficando indesejáveis para o processamento agroindustrial da cana-de-açúcar os valores acima de 14%.



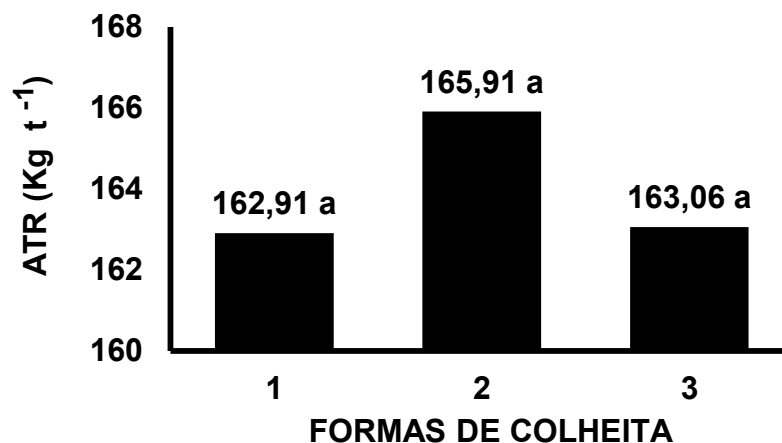
De acordo com Vasconcelos (2010) relata que a Fibra (%) da cana aumenta devido talvez à transpiração do colmo, provocado pela temperatura, em contrapartida, reduz o peso da cana e a umidade. Esse comportamento de acréscimo são verificados em todas as formas de colheitas, quando avaliados os extremos, mas com redução dos valores de Fibra (%) durante os tempo de avaliações.



**Figura 15.** 'A': Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica Fibra (%) na CF-1; 'B': Refere-se à análise de Regressão Linear para a característica Fibra (%) na CF-2; 'C': Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica Fibra (%) na CF-3.

#### 4.5 Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)

Não houve diferença significativa entre as formas de colheita para a característica ATR, e na forma de colheita FC-1 se obteve média 162,91 kg/t, na FC-2 com 165,91kg/t e FC-3 com valor de 163,06kg/t (Figura 16).



**Figura 16.:** Refere-se as médias das formas de colheitas para a característica ATR.

Na Figura 17 A, B e C verificam-se as curvas de regressão para a característica ATR, ao longo do tempo com significância a 1% de probabilidade. Os dados foram ajustados ao modelo linear de regressão e os valores ATR apresentaram uma tendência a crescer até às 85 horas sendo o valor maior da matéria prima no campo.

Verificou-se, na forma de colheita FC-1, os maiores valores até 84 horas tendo um decréscimo a partir das 96 horas (Figura 17 A). Tendo valores maiores na forma de colheita FC-2 em comparação com as demais formas de colheita em que se utiliza a queima, e todas as formas tiveram aumento da característica ATR ao longo do tempo até às 84 horas, o que pode estar associado ao fato de a cultivar RB 86 3129 possuir maturação precoce.

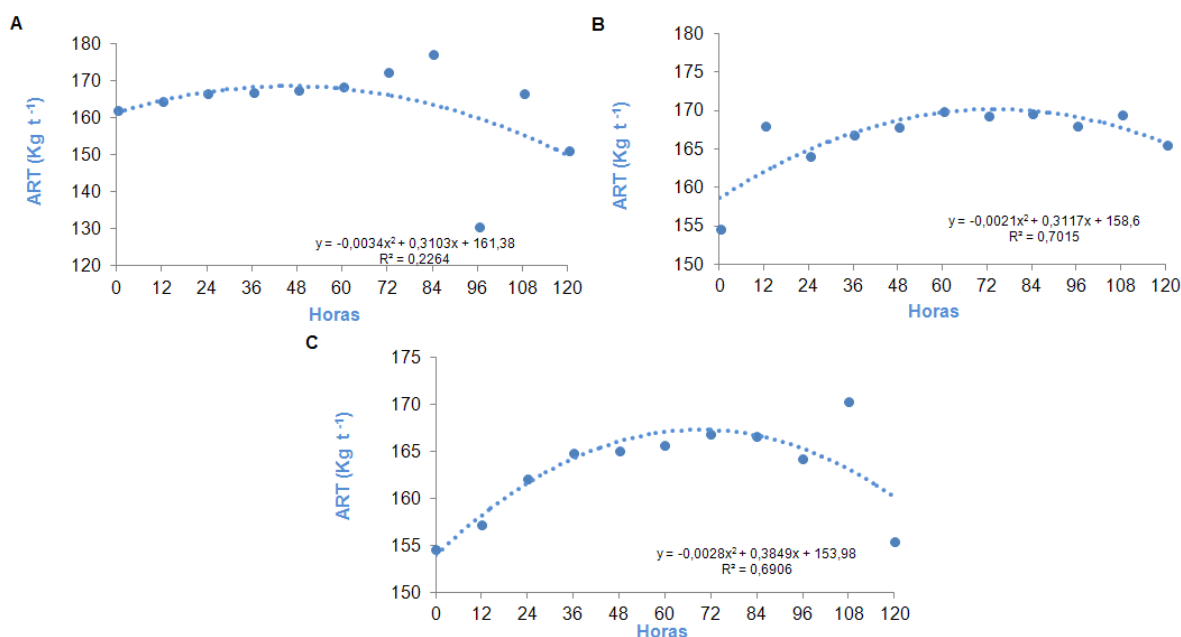
Desta forma vendo a Figura 17 A, onde esta o gráfico da forma de colheita FC-1, ainda sobre a ATR, se observou nas primeiras 24 horas teve um acréscimo, em seguida teve três pontos de estabilidade (24, 36 e 48), tendo um acréscimo iniciando às 60 horas até as 84 horas de ordem de 177 kg/t de ATR, depois disso houve um decrescente. Isso pode ser relacionado à pureza (%), que neste período estava superior a 87%, sendo um ponto positivo, pois não é indicado tempo de armazenamento prolongado, que acarreta perda de peso do colmo. De acordo com Valente et al. (2012), houve perda de peso do colmo ao longo do tempo, mesmo sendo armazenamento em galpão, sendo que outros trabalhos mostrando o

armazenamento de outras variedades como Vasconcelos (2010), que verificou estudando a variedade RB 86 7515 em período de 192 horas teve uma perda de 19,75% do seu peso.

Na forma de colheita FC-2, verificou-se um acréscimo simultâneo com o tempo de armazenamento no campo com pontos de estabilidades (36 e 48 horas), e o ganho de ATR com o tempo é um ponto positivo, mas provavelmente a perda de peso do colmo associado à deterioração da matéria prima com o tempo, torna-se o ganho de ATR, inviável pela indústria.

Para a forma de colheita FC-3 na característica ATR, verifica-se cinco pontos de estabilidades (36, 48, 60, 72 e 84), sendo o valor máximo do ATR nas 84 horas.

O maior acúmulo de ATR verificados no FC-2 e FC-3, talvez esteja associado às rachaduras provocadas pelo fogo sofrendo perda de água na forma longitudinal do colmo potencializando o acúmulo de açúcares.



**Figura 17.** 'A': Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-1; 'B': Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-2; 'C': Refere-se à análise de Regressão Polinomial para a característica ATR na CF-3.

## **5. CONCLUSÕES**

°Brix (%) e Pol (%) isoladamente não indicam qualidade da cana-de-açúcar, é necessária a avaliação da Pureza (%) e ATR.

FC-1 foi a melhor forma de colheita, com superioridade nas características, °Brix (%), Pol não tendo significância nas características Fibra (%) e ATR e a Pureza (%) se comportando melhor nas que passaram pelo processo de queima.

O melhor tempo entre a colheita e processamento para as formas de colheitas FC-1 e FC-2 foram no período de 36 horas e 48 horas respectivamente.

Das formas de colheitas que passaram pelo processo de queima, o melhor comportamento foi verificado na forma de colheita FC-2.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H. V. **O que é qualidade de matéria prima?** In: REUNIÃO AGRÍCOLA DA FERMENTEC, 8, 2003, São Pedro. Resumos Piracicaba: Fermentec, 2003. p. 5-6.

BARBIERI, V.; SILVA, F.C. da. **Influência da queima nas temperaturas dos colmos da cana-de-açúcar e da superfície do solo.** HOLOS Environment, v. 8, n. 1, p. 45, 2008.

BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N.A. **Climatologia e a cana-de-açúcar.** In: PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul. COSUL, Araras, 1977 p. 1-22.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. **Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo.** In: SIMPaIMPaç: variedades, estabelecimento e manejo3., 2006, Viar: v**Anais...** Vi.6, Viar: variedades, estabelecimento e manp. 245-276.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (Ed.). **Ecofisiologia de cultura extrativas: cana-de-açúcar, seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira.** Cosmópolis: Editora Stoller do Brasil, 2001. 138 p.

CAVICHIOLO, L. C. et al. **Comparação de cultivares de cana-de-açúcar em relação a teores de fibra e umidade.** Jaboticabal: Faculdade de Tecnologia - Bioenergia, 2010. p 3.

CLARKE, M.A.; LEGENDRE, B. R. **Qualidade da cana-de-açúcar: Impactos no rendimento do açúcar e fatores da qualidade.** STAB – julho-agosto, v. 17, n.6, p. 36-40, 1999.

CONSECANA. **Manual de instruções.** Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. 5. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 112 p.

CONSECANA. **Manual de instruções**. Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 4. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2003. 115 p.

COSTA, C. T. S., 2006. **Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo**. Dissertação de Mestrado, Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 56-63, jul.-set., 2011.

DANIELS, J., ROACH. B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D.J. (ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. New York: Elsevier, 1987. p. 7-84.

DEUBER, R. **Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1988, Piracicaba. Anais. Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome, FAO, 1979, 193p. (Irrigation and Drainage Paper 33).

FERNANDES, A C. **Autorização da colheita da cana-de-açúcar**. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA “JAIME ROCHA DE ALMEIDA”, 4, 1985, Piracicaba. Anais. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1985. p. 12-21.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. 193 p.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria de cana-de-açúcar**. 2. Ed. Piracicaba, STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 240p. 2003.

FIGUEIREDO, P. **Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.31-44.

FIGUEIREDO. E. M. O. **Processos de Desidratação do Álcool**. 2010 (Trabalho de graduação) FEQ/UFU- MG, Uberlândia – MG 2010.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GARCÊZ, S.L.A. **Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro**. Campina Grande, 2013 63.: Il. Color.

GRAVOIS, K. A.; MILLIGAN, S. B. **Genetic relationship between fiber and sugarcane yield components**. CropScience, Madison, v. 32, p. 62-70, 1992.

HAMERSKI, F. **Estudo de variáveis no processo de carbonatação do caldo de cana-de-açúcar**. / Fabiane Hamerski. – Curitiba, 2009. 1448 f.: Il., tabs, graf. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

HIGGINS, A. **Scheduling of road vehicles in sugarcane transport: a case study at an Australian sugar mill**. European Journal of Operational Research, p.987-1000, 2006.

IRVINE, J. E. Sugarcane. In: CHEN, J.C.P.; CHOU, C.C. (Ed) **Cane Sugar HandBook**. A Manual for Cane Sugar Manufactures and their Chemists. New York, John Wiley & Sons, Inc., 12th ed., 1993

LEITE, R. A. **Compostos fenólicos do colmo, bainha, folha e palmito da cana de açúcar**. 2000.Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LOPES, G. H. **Glossário de termos técnicos para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba:IAA/PLANALSUCAR, 1986. 32 p.

MACHADO, E.C. **Fisiologia da produção de cana-de-açúcar**. In: PARANHOS. S.B. (Coord.) Cana-de-açúcar: Cultivo e Utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. V.1, p.57-87.

MAGALHÃES, A.C.N. **Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta**. In: Castro, P.R.C.; Ferreira,,S.O.; Yamada, T.;

(Coord.). Ecofisiologia da produção. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS), 1987. p.113-118.

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

MARIN, F.R. **Arvore do conhecimento cana-de-açúcar**. [S.l.]: Virtual Books, 2013. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_97\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_97_22122006154841.html)>. Acesso em 23 Jan. 2013, 12:26:38.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; JUNIOR, L. C. T.; **Tecnologia de Açúcar: Produção e industrialização da cana-de-açúcar**. 1.ed. Jaboticabal: Funesp, 2001, 158 p.

MARQUES, M.O.; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R. et al. **Tecnologia na agroindústria canavieira**. Jaboticabal-SP: Gráfica Multipress Ltda., 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Paraíba: diagnóstico do Município de Santa Rita -PB**, Recife-PE, 2005 .

NETO, D. E. S. **VARIÉDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO CONTRIBUIÇÃO DO MELHORAMENTO CLÁSSICO DA RIDESA-UFRPE**. Estação Experimental de Cana-de-Açúcar, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Carpina, Pernambuco. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Recife, vols. 5 e 6, p.125-146, 2008-2009.

OLIVEIRA E. C. A.; FREIRE F. J.; OLIVEIRA A. C. et al. **Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.6, p.617-625, jun. 2011.

PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Fundação Cargil, Campinas – SP, v. 1, 1987, 431p.



PRADO, R. de M.; PANCELLI, M. A. Nutrição em soqueira e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 60-63, 2006.

RIBEIRO, E. J. **Fermentação Alcoólica**. Apostila Módulo II. Processamento na Indústria Sucroalcooleira. Uberaba, FAZU, 2010.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

SANTANA, P. B. **Desempenho agrônomo e tecnológico de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas Gerais**. 2012. 92 p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros - Janaúba, 2012.

SILVA V. S. G.; OLIVEIRA M. W., SANTOS C. E. R. S.; OLIVEIRA D. C; SILVA C. T; REIS R. M S, **Qualidade industrial de quatro variedades de cana-de-açúcar em três anos agrícolas**. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife-PE, 2013.

SILVA, E.A.; FERREIRA, J.J.; RUAS, J.R.M.; PAES, J.M.V.; MACÊDO, G.A.R. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p.102-109, 2007.

SILVA, M. A. et al. **Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília v.43, n.8 p. 979-986 2008.

SIQUEIRA G. R.; ROTH A.P.T.P.; ROTH M.T. P.; **Meu canavial queimou. O que eu faço e quanto tempo eu tenho para tomar as devidas providências?** Pesquisa & Tecnologia, vol. 9, n. 1, 2012.

STUPIELLO, J.P. **A cana-de-açúcar como matéria-prima**. In: PARANHOS, S. B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. V. 2, cap. 7, p. 761-804.

STUPIELLO, J.P. **Relação açúcar redutores/cinzas**. STAB, Piracicaba, V.19, n. 2, p. 10, Nov./dez., 2000.

TASSO JÚNIOR L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*saccharum*spp.) na região centro-norte do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal), FCA/Veterinárias – UNESP, Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 2007.

TAVARES, A. C. **Deterioração da cana-de-açúcar (*Saccharum*spp.) queimada em pós-colheita, submetida à aplicação de maturadores químicos**. 1997, 63f (Trabalho de Graduação) – FCAV/UNESP, 1997.

TFOUNI, S. A. V. **Estudo do efeito do processamento na contaminação de cana-de-açúcar e derivados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos**. 113 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

VALENTE M. C; SILVA N. C; ALVES E. B; OLIVEIRA M. D. B. L; OLIVEIRA I. L; SANTOS J. P; TEIXEIRA W. D e BERNARDES T. F. **Efeito da presença ou ausência de componentes não-colmo e do tempo de estocagem sobre as perdas de massa e concentração de açúcares em cana-de-açúcar**, Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia A produção animal no mundo em transformação Brasília – DF, 2012.

VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p.31-44.

VASCONCELOS. R. R. A. **Deterioração da matéria-prima de três variedades de cana-de-açúcar ao longo do tempo no município de Taquarana, estado de Alagoas**. 2010 (trabalho de graduação) CECA/UFAL Rio Largo – AL, 2010.

VEIGA FILHO, A. de A. **Estudo do processo de mecanização do corte na cana-de-açúcar: o caso do Estado de São Paulo, Brasil**. Recife, v. 3, n. 1, p. 74-99, 1999.