



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE PALMAS  
Programa de Pós-Graduação em Agroenergia**

**AVALIAÇÃO AGROTECNOLÓGICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE ETANOL, NA REGIÃO CENTRAL DO  
ESTADO DO TOCANTINS**

**Aluno:** Milton Maciel Flores Junior

**PALMAS  
2014**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
Programa de Pós-Graduação em Agroenergia**

**AVALIAÇÃO AGROTECNOLÓGICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE ETANOL, NA REGIÃO CENTRAL DO  
ESTADO DO TOCANTINS**

**Aluno:** Milton Maciel Flores Junior

**Orientador:** Prof. Dr. Erich Collicchio

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Agroenergia, junto ao Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Agroenergia.

**PALMAS  
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins**  
**Campus Universitário de Palmas**

---

F634a Flores Junior, Milton Maciel  
Avaliação agrotecnológica de variedades de cana-de-açúcar para produção de etanol, na região Central do Estado do Tocantins/ Milton Maciel Flores Junior - Palmas, 2014.  
91 f.

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins,  
Programa de Pós-Graduação em Agroenergia, 2014.

Linha de pesquisa: Sistemas de Produção e melhoramento de culturas visando a produção de biocombustíveis.

Orientador: Prof. Dr. Erich Collicchio.

1. Ambientes de Produção. 2. Tocantins. 3. Cana-de-açúcar. I. Collicchio, Erich II. Universidade Federal do Tocantins. III. Título.

**CDD 633.61**

---

**Bibliotecária: Emanuele Santos**  
**CRB-2 / 1309**

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM AGROENERGIA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**AVALIAÇÃO AGROTECNOLÓGICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE ETANOL, NA REGIÃO CENTRAL DO  
ESTADO DO TOCANTINS**

**ALUNO:** Milton Maciel Flores Junior

Data da Defesa: 23/05/2014

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Erich Collicchio (Presidente- UFT)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jones Mucci Peluzio (Examinador Interno - UFT)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wilson Ferreira de Oliveira (Examinador Externo- UFT-GURUPI)

## DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por me guiar.  
A Minha mãe Lucia Flores, a Sabrina Leal,  
meu querido filho Alef Gustavo e em memória  
de meus queridos avós, José Cândido e Iraides  
Batista.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade da vida e por me proporcionar conhecimento para conclusão deste trabalho.

Não haveria possibilidade da realização deste trabalho sozinho, durante a realização do mesmo recebi ajudar de pessoas e instituições, diante disso venho agradecer...

Ao professor D.Sc. Erich Collicchio, pela confiança, credibilidade e orientação, não apenas para a vida acadêmica, mas para toda a vida;

À Soraya Rodrigues da Silva do Escritório Regional do LBA - Tocantins (INPA/UFT) por todo apoio durante esta caminhada;

À Universidade Federal do Tocantins - UFT, Laboratório de Agroenergia, Uso da Terra e Mudanças Ambientais - LAMAM, por proporcionar um agradável ambiente de estudo;

Aos professores do Programa de Mestrado em Agroenergia, em especial ao professor D.Sc. Joenes Mucci Peluzio pelas dúvidas esclarecidas;

Aos colegas do mestrado, pela amizade e companheirismo, em especial, Raquel França companheira de quase todas as atividades desenvolvidas nas disciplinas realizadas;

Ao IFTO Câmpus Paraíso, por destinar a área experimental e toda logística para a realização do trabalho, assim como flexibilizar horários de jornada de trabalho para a realização de todos os créditos;

Ao Câmpus Universitário de Gurupi da UFT, pela disponibilização das mudas das variedades de cana-de-açúcar, em especial ao Professor D.Sc. Wilson Ferreira de Oliveira, pelas contribuições e sugestões;

À Usina CRV Industrial de Carmo do Rio Verde - Goiás, pela realização das análises tecnológicas, em especial ao Sr. Ronaldo Oliveira, químico responsável, pela atenção e total disponibilidade;

Ao Prof. Dr. Antônio da Luz Junior, diretor do IFTO Câmpus Paraíso, pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho;

Ao amigo Fabiano Ballin, pelo apoio e colaboração, principalmente no desenvolvimento e coleta de dados do experimento;

Aos colegas que contribuíram na condução do experimento: Leonardo, Adão, Romário e Álvaro;

A amiga Prof. Msc. Regiane Lopes dos Santos, pelas contribuições realizadas;

Ao amigo Prof. Dr. Rafael Lira, pelo auxílio e sugestões propostas;

A Prof. Msc. Karine Magalhães e seu esposo Prof. Msc. Lucas Mendes, pela motivação e contribuição;

Aos meus irmãos Aline Batista Flores, Angélica Maciel, Natalia Maciel e Matheus Maciel, ao meu Pai, Milton Maciel e em especial a Lucia Flores, mãe querida, que sempre me apoiou durante a realização de todas as etapas da vida;

A Sabrina Leal, pela paciência, compreensão e apoio em todo o desenvolvimento deste trabalho; e

Ao meu filho Alef Gustavo, pela motivação a realização e concretização deste estudo.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL .....	15
CAPÍTULO 1 .....	17
1. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
1.1 Origem e aspectos botânicos da cana-de-açúcar .....	17
1.2 Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar.....	18
1.3 Necessidades edafoclimáticas da cultura da cana-de-açúcar .....	20
1.4 Classificação do plantio da cana-de-açúcar.....	23
1.5 pocas de Colheita .....	25
1.6 Variedades de cana-de-açúcar e ambientes de produção .....	28
1.7 Qualidade da matéria-prima industrialização.....	32
1.8 A cana-de-açúcar no Estado do Tocantins .....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
CAPÍTULO 2 .....	52
Avaliação agronmica de variedades de cana-de-açúcar, visando à produção de etanol, na região central do Estado do Tocantins .....	52
RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	53
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4. CONCLUSOES .....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
CAPÍTULO 3 .....	73
Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar, visando a produção de etanol, na região central do Estado do Tocantins .....	73
RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	74
1 - INTRODUÇÃO.....	75
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	77
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4 - CONCLUSOES .....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
CONSIDERAOES FINAIS .....	91



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1 - Fases fenológicas da cana-de-açúcar .....	19
Figura 2 - Formação de perfilhos.....	20
Figura 3 - Curva de maturação da cana-de-açúcar .....	26
Figura 4 - Caracterização do Período de Utilização na Indústria (P.U.I.) .....	27
Figura 5 - Fluxograma Operacional de Análise de Cana: Valores Analíticos Básicos ..	35
Figura 6 - Fluxograma de cálculos analíticos utilizados pelo sistema CONSECANA – SP.....	38
Figura 7 - Comportamento tecnológico da cana-de-açúcar no decorrer da safra .....	41
Figura 8 - Evolução do preço do ATR (R\$. kg <sup>-1</sup> ). Adaptado de ÚNICA (2014) .....	43
Figura 9 - Zoneamento agroclimático da cultura cana-de-açúcar no estado do Tocantins e regiões com potencial à produção da cana-de-açúcar.....	45

### CAPÍTULO 2

Figura 1 - Localização da área experimental do IFTO Campus Paraíso, em Paraíso do Tocantins. ....	56
Figura 2 - Comparativo entre as variedades analisadas em relação variáveis tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e tonelada de ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013 .....	66

### CAPÍTULO 3

Figura 1 - Comparativo entre as variedades analisadas em relação variáveis, tonelada de colmos por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado (AHE), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013.....	85
---	----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Ambientes de produção, baseado no tipo de solo e potencial produtivo da cana-de-açúcar .....	23
Tabela 2 - Determinação da maturação pelo índice de maturação (IM).....	25
Tabela 3 - Censo varietal de 2012, mostrando as 10 variedades de cana-de-açúcar mais plantadas em novos plantios e em cultivo, safra 2012/2013 – Brasil.....	31
Tabela 4 - Referência de parâmetro tecnológico para a industrialização. ....	42

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo na área experimental, realizada em junho de 2012 .....	57
Tabela 2 - Resultado da análise física do solo na área experimental, realizada em junho de 2012 .....	57
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento dos colmos (CC), diâmetro médio dos colmos (DC), número de colmos industrializáveis por metro (NC/m), tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e Tonelada ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013)	61
Tabela 4 - Médias estimadas para as variáveis: comprimento dos colmos (CC), diâmetro médio dos colmos (DC), número de colmos industrializáveis por metro (NC/m), tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e Tonelada ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013).....	62
Tabela 5 - Médias estimadas para Tonelada ATR por hectare (TAH) e receita média esperada por hectare (R\$.ha <sup>-1</sup> ), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013).....	67

### CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Resumo análise de variância para as variáveis, tonelada de cana por hectare (TCH), °Brix, POL do caldo, POL da cana (PC), fibra, pureza (Q) e açúcar redutor (AR), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013Resultado da análise química do solo na área experimental, realizada em junho de 2012 .....	81
--	----

Tabela 2 - Resumo análise de médias para as variáveis, tonelada de cana por hectare (TCH), °Brix, POL do caldo, POL da cana (PC), fibra, pureza (Q) e açúcar redutor (AR), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013Resultado da análise física do solo na área experimental, realizada em junho de 2012 .....	83
Tabela 3 - Resumo análise de variância para as variáveis, açúcar total recuperável (ATR), tonelada de colmo por hectare (TCH), Tonelada de POL por hectare (TPH) e Álcool hidratado estimado por hectare (AHE), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013.Resumo análise de variância para as variáveis, Brix, POL (caldo), POL cana (PC), Fibra e Açúcar Redutor. Paraíso do Tocantins – TO .....	84
Tabela 4 - Resumo análise de médias para as variáveis, açúcar total recuperável (ATR), tonelada colmo por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado por hectare (AHE), em Paraíso do Tocantins - TO, safra 2012/2013 .....	84

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

AHE – Alcool Hidratado Esperado

AR – Açúcar Redutor

ATR – Açúcar Total Recuperavel

CONAB – Conselho Nacional de Abastecimento

CONSECANA – Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar do Estado de São Paulo

CTC – Centro Tecnológico Canavieiro

IAA – Instituto de Açúcar e Alcool

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

I.M. – Indice de Maturação

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ORPLANA – Organização de Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil

PC – POL da Cana

PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total

P.U.I. – Período de Utilização na Indústria

Q – Pureza

RIDESA – Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro

SEPLAN – Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública do  
Tocantins

SPCTS – Sistema de Pagamento pelo Teor de Sacarose

TAH – Tonelada ATR por hectare

TCH – Tonelada de colmos por hectare

TPH – Tonelada POL por hectare

ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-açúcar

## RESUMO

**FLORES JUNIOR, M. M. Avaliação agrotecnológica de variedades de cana-de-açúcar para produção de etanol na região central do Estado do Tocantins. Palmas, 2014. 91 p. Dissertação (Mestrado em Agroenergia), Universidade Federal do Tocantins – UFT**

### **Mestrado em Agroenergia**

O presente estudo, teve como objetivo caracterizar o desempenho agrotecnológico de variedades de cana-de-açúcar para a produção de etanol, produzidas sob condições edafoclimáticas da região central do Estado do Tocantins. O método de coleta de dados foi subdividido em duas fases: a primeira fase constituiu no levantamento de dados bibliográficos, possibilitando a elaboração do referencial teórico, da implantação do experimento e da análise dos resultados encontrados na avaliação experimental. Já na segunda fase foi realizada a pesquisa de campo, no município de Paraíso do Tocantins - TO, onde foi conduzido o experimento avaliado. O experimento foi composto por sete variedades de cana-de-açúcar: RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, IAC 862480, SP 791011 e RB 867515, sendo esta última, a variedade mais cultivada no país, sendo referência neste trabalho. A coleta de dados para a avaliação do experimento ocorreu no fim do ciclo da cana planta, sendo aferidas variáveis biométricas, tecnológicas e de projeção da rentabilidade esperada, possibilitando quantificar o potencial das características fenotípicas dos genótipos investigados. Observou-se que a variedade RB 855536 foi a mais produtiva neste ambiente de produção e a variedade IAC 862480 a que teve menor desempenho. Destaca-se que a variedade RB 867515, em relação a produtividade de biomassa e de sacarose, teve suas médias acima da média do experimento. Quanto à potencialidade fenotípica alcançada para todos os resultados obtidos, conclui-se que todas as variedades atingiram índices iguais ou superiores aos valores de referência para a industrialização da matéria-prima, demonstrando assim um ambiente favorável ao desempenho da cultura.

**Palavras chaves:** ambiente de produção, Tocantins, cana-de-açúcar

## ABSTRACT

**Agrotechnological evaluation of varieties of sugar cane for production in the central region of the state of Tocantins. Palmas, 2013. 91 p. Dissertation (Masters in Agroenergy), Federal University of Tocantins – UFT.**

The present study had as main objective to characterize the performance of Agrotechnological varieties of sugar cane for ethanol production that grown under environmental conditions of the central state of Tocantins. The method of data collection was divided into two phases: the first phase consisted in the collection of bibliographic data, enabling the development of the theoretical framework, the implementation of the experiment and analysis of the results found in the experimental evaluation. Already in the second phase of work was developed fieldwork, in the municipality the Paraíso do Tocantins, where the experiment was conducted, being composed of seven varieties of cane sugar RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, IAC 862480, SP 791011 and RB 867515. In the second phase fieldwork , in the above county, an experiment was conducted with seven varieties of cane sugar, the latter being the most widely grown variety in the country, used as reference in this work. Data collection for the evaluation of the experiment took place at the end of the cane plant cycle being measured biometric, technology and projection of expected profitability variables, allowing to quantify the potential of the phenotypic characteristics of the genotypes investigated. It was observed that the RB range 855536 was the most productive production environment and this IAC 862480 had the lowest performance in the group. It is noteworthy that the variety RB 867515, regarding biomass productivity and sucrose had their averages upper than experiments average. About phenotypic potentials achieved for all the results obtained, it is concluded that all varieties were similar to or higher than the reference values for the industrialization of raw material indices thus demonstrating a favorable environment for crop performance

**Key words:** production environment, Tocantins, sugarcane

## INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sendo a principal fonte de matéria prima para a produção de açúcar e álcool. Na safra 2012/2013, a produção de açúcar atingiu 38,34 milhões de toneladas e 23,64 bilhões de litros de etanol. (CONAB, 2013).

Com a procura atual por recursos energéticos alternativos, substitutos ao uso do petróleo e seus derivados, a cultura canavieira no Brasil encontra-se em gradativo processo de expansão. Para a safra 2013/2014, há uma projeção de incremento em torno de 314 mil hectares na área de cultivo em relação à safra anterior, onde os estados com maiores índices de crescimento: São Paulo, Goiás, Mato Grosso do sul e Minas Gerais.

A cultura de cana-de-açúcar é produzida no Brasil basicamente nas regiões Centro Sul e Nordeste, com início de expansão em escala comercial para a região Norte do país, exclusivamente para o estado do Tocantins em 2011, (SOUTO, 2013).

No ano safra 2012/2013 a região Centro Sul foi responsável por 90,5% de toda a produção nacional, sendo que o estado de São Paulo produziu 56,15 % de toda a safra nacional (CONAB, 2013).

A produtividade da região centro-sul na safra 2012/2013 foi superior ao nordeste, com 72,41 t.ha<sup>-1</sup> contra 49,70 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, já a produtividade do nordeste ficou abaixo da média nacional, neste contexto, a expansão em escala comercial da cultura para o estado do Tocantins demonstrou-se promissora, já que o estado mostrou a maior média de produtividade (76,37 t.ha<sup>-1</sup>) nacional na safra 2012/2013. Contudo, a literatura apresenta um baixo número de trabalhos que quantifiquem o potencial agroindustrial da cultura nas condições agroclimáticas específicos do Estado.

Devido à expansão da cultura para estados que outrora não estavam inseridos no contexto produtivo nacional, como é o caso do estado do Tocantins, é notável que produtores canavieiros tentem introduzir variedades de cana-de-açúcar que detenham bons índices agroindustriais de um ambiente de produção para outro, fazendo isto sem a prévia avaliação do desempenho destas variedades nas novas áreas. Em virtude disso, os programas de melhoramento genético têm adotado mecanismos estratégicos de seleção varietal em escalas regionais, permitindo assim, a seleção de variedades adaptadas a

diversas condições de solo, clima, época de colheita e manejo. (BRESSIANI et al, 2006).

Por essas razões torna-se necessária a investigação do comportamento varietal em cada ambiente de produção, principalmente em áreas de expansão da cultura, porque a partir desta caracterização pode-se aferir o comportamento/potencial de cada genótipo avaliado e sua interação com o meio em que está inserido, fator esse que pode ser utilizado para nortear a escolha da variedade a ser introduzida num determinado ambiente.

Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar experimentalmente, o desempenho agrônomo e os parâmetros industriais de variedades de cana-de-açúcar nas condições edafoclimáticas da região central do Tocantins, visando à produção de etanol.

A organização deste trabalho foi alicerçada em três capítulos, sendo o capítulo 1 correspondente a uma revisão de literatura sobre o tema e os capítulos 2 e 3, no formato de artigos científicos.

O primeiro capítulo trata de revisão de literatura sobre a cultura da cana-de-açúcar, seu processo de crescimento, necessidades edafoclimáticas, variedades, ambientes de produção, qualidade da matéria-prima e expansão da cultura para o Estado do Tocantins. Já o segundo capítulo, refere-se ao artigo que tratou da avaliação agrônoma das variedades de cana-de-açúcar utilizadas no experimento, comparando com as suas respectivas receitas brutas esperadas. Por sua vez, o terceiro capítulo abordou a avaliação de parâmetros tecnológicos e produtivos de variedades cultivadas, relacionando-as à produção esperada de etanol hidratado, na região central do Estado do Tocantins.



## CAPÍTULO 1

### 1. REVISÃO DE LITERATURA

#### 1.1 Origem e aspectos botânicos da cana-de-açúcar

Originária da Nova Guiné, a cana-de-açúcar foi propagada ao norte da África e sul da Europa pelos árabes. Planta tipicamente de clima tropical e subtropical, ficou abaixo das expectativas em seu cultivo na Europa, porém foi na América que a cana-de-açúcar encontrou condições agroclimáticas adequadas ao seu desenvolvimento (MAZAMBANI et al, 2006).

Segundo Miranda (2008), a cana-de-açúcar foi inserida no Brasil na Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo, pelo Militar e Governador Martin Afonso de Souza, em 1532, No início do século XVII, o Brasil se tornou o maior produtor de açúcar do mundo e atualmente é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar do mundo, seguido pela Índia, Tailândia e Austrália (ÚNICA, 2014).

A cana-de-açúcar é uma gramínea, semiperene, tropical, adequada ao clima quente e úmido. Cronquist (1981) classifica a cana-de-açúcar como pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Graminales, família Poaceae, gênero *Saccharum*, e subdividida nas espécies: *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinensis*, *S. barberi* e *S. robustum*. Segundo Ripolli et al, (2006), é característica nas lavouras canavieiras a utilização do híbrido denominado *Saccharum* spp.

Possui metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, altamente eficiente na conversão de energia radiante em química, é tolerante à altas temperaturas, sua importância comercial dá-se pelo grande potencial de acúmulo de sacarose nos tecidos dos colmos, (TEJERA et al, 2007; OLIVEIRA et al, 2004).

O desenvolvimento da cultura é realizado a partir do plantio de touceira, na parte subterrânea a planta e constituída por raízes e rizomas (caules subterrâneos, espessados, ricos em reservas, munido de nós e entrenós com crescimento horizontal. Já a parte aérea é constituída por colmos (caule típico de gramíneas), folhas e inflorescência (MAZAMBANI et al, 2006).

Suas raízes são denominadas múltiplas ou fasciculadas tipo “cabeleira”, nos primeiros 50 cm de profundidade são encontrados cerca de 85% de suas raízes e aproximadamente 60% entre os primeiros 20 – 30 cm de profundidade. Os rizomas são integrados por nós, entrenós e gemas, os quais são responsáveis pela formação dos perfilhos na touceira. Após a colheita do colmo, as novas touceiras se originarão da brotação dos rizomas (LUCCHESI, 2001; MAZAMBANI et al., 2006).

A formação e o desenvolvimento do sistema radicular estabelece em precursores da absorção de nutrientes, capacidade de brotação, necessidade hídrica, resistência ao ataque de pragas, produtividade, entre outros (VASCONCELOS; GARCIA, 2005).

O colmo possui formato cilíndrico é composto por nós e entrenós distintos. Esses são responsáveis pela estrutura da planta, sustentando folhas e pendão, e pode-se classificar seu porte como: ereto; semi-ereto ou inclinado. O comprimento varia entre 1,0 a 5,0 metros e o diâmetro entre 1,0 a 5,0 centímetros (MILLER; GILBERT, 2009).

O colmo é a parte morfológica de maior interesse comercial, e em estágio de maturação acumula sacarose industrializável nos vacúolos das células. Fatores como: genótipo, idade fisiológica e condições edafoclimáticas podem influenciar no seu comportamento físico-químico (MARQUES; MARQUES; TASSO JÚNIOR, 2001).

A cana-de-açúcar apresenta folhas alternadas, o comprimento e largura das folhas são determinados pela interação entre genótipo e ambiente de sua localização. A inflorescência é a panícula aberta, muito ramificada, de forma piramidal, denominada pendão (MAZAMBANI et al, 2006).

## **1.2 Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar**

Lucchesi (1987) define fenologia como: “O estudo dos fenômenos periódicos da vida de uma planta em relação às condições ambientais”. Segundo o autor uma planta apresenta características relativas ao seu crescimento, desenvolvimento e produção quando esta é cultivada em ambientes sob condições edafoclimáticas diferentes, sendo que tais características podem ser alteradas. Sendo assim, para delimitar o real desempenho de variedades é necessário que cada região ou unidade industrial realize estudos que possam analisar a interação entre variedade e ambiente.

Para Gascho; Shih (1983), a cultura da cana-de-açúcar apresenta quatro distintos estádios de fenologia, denominados: brotação e emergência de brotos, perfilhamento e

estabilidade da cultura, crescimento dos colmos e maturação dos colmos, como observado na figura 1.

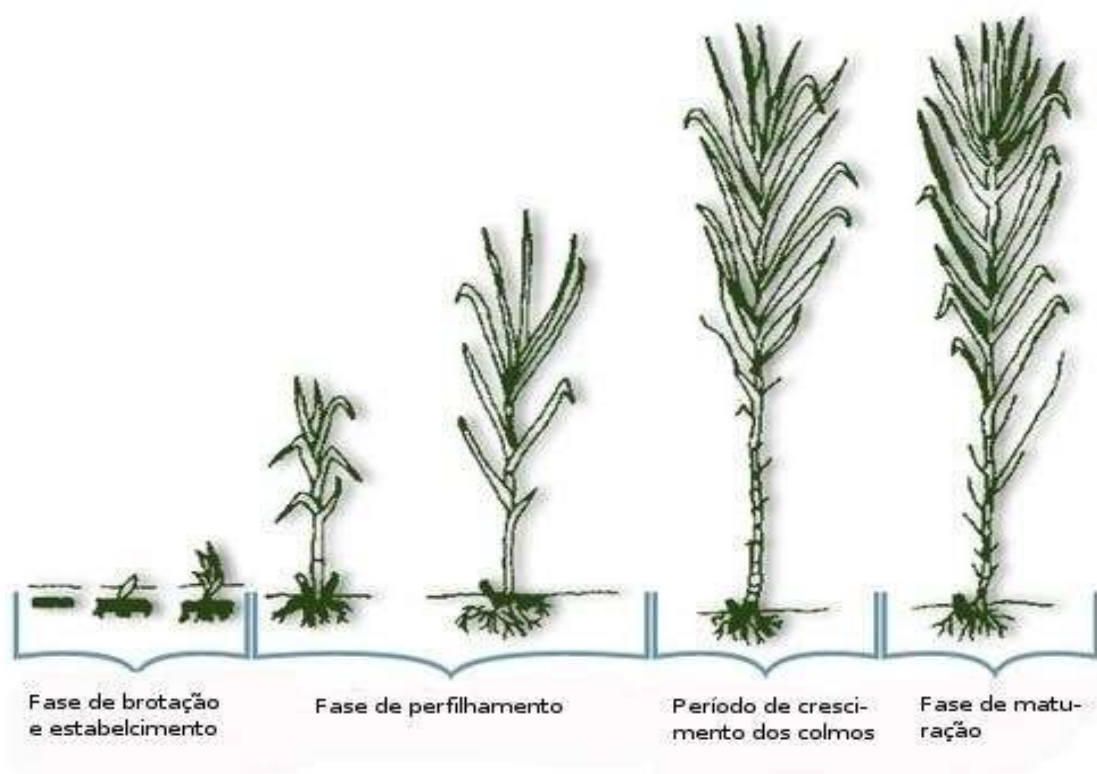


Figura 1 - Fases fenológicas da cana-de-açúcar  
Fonte: Gascho; Shih (1983)

A brotação e emergência iniciam-se quando o broto rompe as folhas da gema e se desenvolve rumo à superfície do solo, e de forma simultânea a esse processo surgem as raízes do tolete. A emergência do broto ocorre de 20 a 30 dias após o plantio (DAP). O broto é um caule em miniatura, que surge acima da superfície do solo e também é denominado de colmo primário (GASCHO; SHIH, 1983).

Os colmos primários dão origem aos colmos secundários, iniciando o processo de perfilhamento. Novas raízes são formadas com o desenvolvimento dos colmos secundários, com isso o sistema radicular da touceira vai se expandindo. O perfilho continua se desenvolvendo em colmos terciários podendo ultrapassar a 5ª ordem de crescimento, como apresentado na Figura 2. Isso contribui constantemente para o desenvolvimento do sistema radicular. No fim do perfilhamento, a touceira já não precisa mais utilizar energia dos toletes, pois já está com autossuficiência fotossintética (SEGATO et al, 2006).



Figura 2 – Fase de perfilhamento

Foto: (Ana Renata)

Com a estabilidade do perfilhamento, os colmos iniciam o processo de competição por fatores climáticos de crescimento como: luz, umidade e elevadas temperaturas. Os perfilhos mais desenvolvidos continuam o crescimento em altura e espessura (diâmetro), e estes serão os futuros colmos industrializáveis.

O estágio de maturação ocorre paralelamente com o crescimento intensificado dos colmos industrializáveis e intercorre com a diminuição dos açúcares redutores e o incremento de sacarose que acontece da parte basal para a apical. O acúmulo da sacarose é amplamente interferido pelas condições climática, edáficas, tratos culturais e genótipos (SEGATO et al, 2006).

### **1.3 Necessidades edafoclimáticas da cultura da cana-de-açúcar**

As condições edafoclimáticas influenciam diretamente no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Fatores como: solo, topografia, precipitação, temperatura,

umidade relativa do ar e insolação são parâmetros decisivos na produtividade agrícola (MELO et. al., 1999).

As condições climáticas afetam todas as fases fenológicas da cultura, desde o preparo do solo até colheita, além do transporte e armazenamento (BARBOSA, 2005).

Para Orlando Filho; Rodella (1994), a produtividade é influenciada por distintos fatores produtivos, destacando: genótipo (variedade utilizada), edáfico (estrutura física, fertilidade química e características biológicas), climáticas (pluviometria, temperatura, radiações, insolação e umidade), manejo da cultura (preparo do solo, conservação do solo, plantio, controle de plantas invasoras, pragas e doenças) e ponto ideal para colheita (maturação, corte, carregamento e transporte).

Um dos fatores ligados diretamente ao crescimento da cultura é o solo, detentor de um dos principais papéis no ambiente de produção, e responsável por dar suporte físico a planta, fornecer água e nutrientes. A compreensão das características específicas de cada solo, conhecidos como fatores edáficos, é de compreensão primordial para avaliar seu potencial produtivo (LEPSCH, 1987).

Para o melhor desenvolvimento/desempenho da cana-de-açúcar recomenda-se solos de boa fertilidade, profundos, argilosos ou mistos, com boa retenção de água e drenagem além de declividade não superior a 15% (ANDRADE, 2001).

Demattê (1986) expôs um critério para avaliação dos solos cultivo de cana-de-açúcar, levando em consideração, principalmente, as características de fertilidade dos solos, dividindo-os em grupos de manejo. O potencial produtivo destes solos mediante aos critérios utilizados nesta classificação seriam decrescente do grupo 1 para o 5.

Além do solo, a disponibilidade de água para a cultura é de fundamental importância. A cana-de-açúcar necessita de 1.500 a 2.500 mm de pluviometria anual, de maneira bem distribuída. Entretanto, o consumo de água pela cultura está associado diretamente ao ciclo da cultura, estágio de desenvolvimento, disponibilidade de água no solo, além do stand (densidade de plantas) (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Para os autores, os dois primeiros estádios fenológicos da cultura (brotação/emergência e crescimento dos colmos) são os mais prejudicados com o déficit hídrico, causando grandes prejuízos na produtividade e no rendimento de sacarose.

Segundo Freitas (2007), a umidade do ar influencia diretamente na produtividade, sendo o ideal é que no estágio de crescimento a umidade esteja entre 80 a 85%. Já no período de maturação, para favorecer o acúmulo de sacarose, o ideal que a umidade fique entre 45 a 65 %.

Para Afonsi et al (1987), devido à alta eficiência fotossintética da cana-de-açúcar, a luminosidade passa a ser um dos fatores de grande importância para a cultura. A luz não influencia na brotação, entretanto, para a fase de perfilhamento, a planta necessita de alta intensidade luminosa, os fotoperíodos ideais estão entre 10 a 14 horas de intensidade luminosa diária (SILVA JUNIOR, 2001).

A cultura da cana-de-açúcar tem seu melhor desempenho quando encontra-se em ambiente que apresente períodos quentes e úmidos. Na fase de crescimento é importante que tenha alta radiação solar. O déficit hídrico e nutricional, associado a temperaturas extremas e à baixa radiação solar são alguns dos principais entraves relacionados ao desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, fazendo com que as condições de solo e clima sejam motivos para estudos relacionados à cultura canavieira (SEGATO; MATTIUZ; MAZAMBANI, 2006; GAVA et al, 2011)

A temperatura é um dos parâmetros climáticos que mais afetam o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Nas fases de brotação, perfilhamento e crescimento dos colmos tem seu desenvolvimento praticamente nulo quando encontram-se em temperaturas abaixo de 20 °C ou acima de 38 °C. Entre 22 a 35 °C a cultura apresenta seu maior potencial de crescimento (DOOREMBOS; KASSAN, 1979). Contudo na fase de maturação, a cana-de-açúcar necessita de temperaturas médias em torno de 20 °C, uma vez que, com a baixa temperatura o desenvolvimento vegetativo é nulo e a planta começa a acumular sacarose nos colmos, como fonte de reserva, propiciando a melhor época para o corte (ALFONSI, 1987).

Segundo Câmara (1993), de uma maneira geral, para que a cultura se desenvolva adequadamente, deve haver do plantio até 6 a 8 meses de desenvolvimento da cultura, temperaturas elevadas, radiação solar com boa intensidade e regularidade nas precipitações. Após este período, para que haja o acúmulo de sacarose nos internódios, a cana-de-açúcar necessita de 4 a 6 meses de estação seca e/ou baixas temperaturas.

A produtividade agrícola da cana-de-açúcar, está sujeita às condições físico-químicas-hídricas das camadas superficiais e sub-superficial dos solos e sua interação com as condições climáticas locais como: precipitação, temperatura, radiação solar e evaporação, constituindo assim os conhecidos ambientes de produção (VITTI; PRADO, 2012). Para os autores, os ambientes de produção podem ser alterados: a) positivamente, se realizado um bom manejo da cultura como utilização de vinhaça, torta de filtro, adubação verde, irrigação semiplena ou plena; b) negativamente, devido às anomalias

das condições climáticas como, por exemplo, a má distribuição de chuva, seca prolongada ou geadas.

Para CTC (2008), os ambientes de produção são classificados pela interação de dois aspectos, tipos de solos e produtividade da cultura, conforme exposto pela tabela 1.

Tabela 1 – Ambientes de produção, baseados no tipo de solo e potencial produtivo da cana-de-açúcar

Ambiente de produção	Potencial de produtividade	TCH*(t.ha <sup>-1</sup> ) média 4 cortes
A	Alto	TCH > 95
B	Médio/alto	90 ≤ TCH < 95
C	Médio	85 ≤ TCH < 90
D	Médio/baixo	80 ≤ TCH < 85
E	Baixo	TCH < 80
F	Manejo diferenciado	-----

\* Tonelada de colmos por hectare (TCH)

Fonte: CTC (2008)

#### 1.4 Classificação do plantio da cana-de-açúcar

O plantio é o passo crucial para otimização da produtividade e longevidade do canavial, podendo superar 14% do custo total de produção (BEAUCLAIR; SCARPARI, 2006). Para os mesmos autores, o plantio é a etapa na qual se envolve mais conhecimento sobre a interação genótipo ambiente, o que pode ser limitante no sucesso ou fracasso de todo o ciclo da cultura.

Margarido (2006) afirma que, para o planejamento ideal do plantio da cana-de-açúcar, deve-se estimar a maximização da produtividade para cada corte, relacionando aos fatores de produção como: tratos culturais, condições edafoclimáticas, variedades plantadas.

A classificação do plantio de cana-de-açúcar, segundo Coleti; Stupiello (2006), é feita de acordo com o período do ano que está sendo realizada, sendo assim dividida: a) cana de ano; b) cana de ano e meio; e c) cana de inverno.

As épocas de plantio da cana-de-açúcar que estão apresentadas a seguir, refere-se ao praticado na região Centro Sul do Brasil.

- a) Cana de ano (12 meses) – Plantio realizado de setembro a novembro, devendo ser utilizadas variedades precoces, médias a tardias. Se o objetivo for a colheita de fim de safra, deve-se usar variedades precoces de rápido

crescimento, entretanto, esta modalidade de plantio é menos utilizada, devido a maiores riscos levando em consideração as condições climáticas;

- b) Cana de ano e meio (18 meses) – Plantio realizado entre janeiro a maio. Nesta modalidade de plantio, podem ser adotadas variedades de ciclos precoces, médios e tardios. Pode também se distinguir em duas sub-épocas: plantio de outono, realizado entre os meses de janeiro a março de verão, realizados em abril e maio;
- c) Cana de inverno – Plantio realizado entre fim de maio a primeira quinzena de setembro. Pode ser realizado quando houver disponibilidade para a utilização da irrigação. Possui vantagens como: a) baixo período de utilização de terra em cana planta, geralmente entre 11 a 14 meses, com produtividade semelhante a cana de ano e meio; b) como o fechamento do canavial ocorre antes do período chuvoso, esta modalidade possui alto potencial no controle de erosão.

Segundo Pereira; Torrezan (2006), para a realização de um bom plantio é essencial efetivar-se o planejamento de cada variedade a ser utilizada relacionando-o à maturação e ao período de utilização na indústria (P.U.I), para que se possa ter canaviais com índices desejáveis e um favorável escalonamento na hora da colheita. Os autores classificam a maturação como: a) precoce - amadurecem primeiro, sendo colhida no início de safra; b) semiprecoce - tem seu amadurecimento no meio de safra; c) tardia - amadurecimento em fim de safra. Quanto ao P.U.I classificam como: a) curto (entre 70 a 100 dias); b) médio (entre 120 a 150 dias); c) longo (mais que 150 dias).

Para Margarido (2006), é recomendado, em termos gerais, o plantio de 40% de canas precoces, 30% de cana ciclo médio e 30 % de canas tardias. Porém, usualmente nas unidades industriais, é realizado o plantio de variedades com ciclos precoces, médios e tardios nas proporções de 40%, 40% e 20 %, respectivamente



## 1.5 Épocas de Colheita

Para Segato; Pereira (2006), a colheita da cultura da cana-de-açúcar ocorre entre abril a novembro e é definida em função dos aspectos como: variedade, duração do ciclo, manejo de maturação e das condições climáticas. Para aos autores, devido ao modo de pagamento da matéria-prima pelas unidades industriais aos fornecedores serem realizados mediante as quantidades de açúcares totais recuperáveis (ATR) presentes na cana-de-açúcar, é evidente que, para que o produtor tenha maior lucratividade em sua produção, a época de colheita deve coincidir no momento em que a cultura esteja com alta produtividade ( $t \cdot ha^{-1}$ ), e elevados teores de ATR ( $kg \cdot t^{-1}$ ).

Como a colheita é realizada de maneira escalonada, devido aos diferentes estádios de maturação dos genótipos, há melhor logística nas áreas colhidas (MIRANDA, 2008). Na primeira colheita, conhecida como cana planta, o ciclo pode ser de ano ou de ano e meio, com período de crescimento oscilando de 12 a 18 meses. Após a colheita da cana, os brotos perfilham novamente e esses são chamados de cana soca. O ciclo de cultivo da cana soca é mais rápido apenas 12 meses, tanto para cana de ano quando para de ano e meio (SILVA, 2005).

Para a realização da colheita é necessário aferir o grau de maturação da planta, sabendo-se que no estágio de maturação, a sacarose se acumula nos internódios dos colmos, da base para o ápice. O ponto ideal para a colheita é quando a maturação está de maneira uniforme em toda a cana. Pode se aferir o teor de sacarose presente na cana mediante a leitura do Brix (sólidos solúveis do caldo), já que esse tem relação direta com a sacarose (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

O índice de maturação (IM) é o método mais indicado para determinação do grau de maturação e pode ser determinado pela equação a seguir.

$$IM = \frac{\text{Brix da ponta do colmo}}{\text{Brix da base do colmo}}$$

Tabela 2 – Determinação da maturação da cana-de-açúcar, pelo índice de maturação

Índice de Maturação	Estágio de maturação
Abaixo de 0,7	Cana verde
0,71 – 0,80	Maturação baixa
0,81 – 0,90	Maturação média
0,91 – 1,00	Cana madura
Acima de 1,00	Declínio de sacarose

Fonte: Cesnik; MIOCQUE (2004)

Para Silva et al, (2011), o ciclo de vida da cana-de-açúcar pode ser representado graficamente pela curva de maturação, sendo importante e poderoso aspecto a se conhecer sobre a cultura. A curva de maturação é aferida em função da POL(sacarose) e época de colheita, podendo assim ser desmembrada em duas etapas: a) crescimento vegetativo e maturação, onde a cana acumula sacarose como fonte de energia; b) florescimento e isoporização, onde a cana usa a energia acumulada para a reprodução da espécie, com a emissão de pendões ou isoporiza, aumentando a porcentagem de fibra. Nesta etapa ocorre a redução da POL, como apresentado na Figura 3.

A colheita considerada ideal para a cultura-da-açúcar e a que ocorre na data da POL máxima (Figura 3), pois está associada à maior quantidade de sacarose acumulada e, conseqüentemente, maior rendimento industrial. Como não se pode colher toda a cana no mesmo período, torna-se inexecutável a colheita no período de POL máximo, com isto deve-se procurar colher a cana num período de tempo próximo a esse. Contudo, a diferença entre a data da colheita e a data da POL máxima e conhecida como ( $\Delta$ ) grau de arrependimento, Caliani; Soares Junior; Serra, (2004) afirmam que as curvas de maturação são condicionadas pelas variedades, devendo-se realizar uma programação ideal para a colheita a fim de otimizar o grau de arrependimento ( $\Delta$ ).

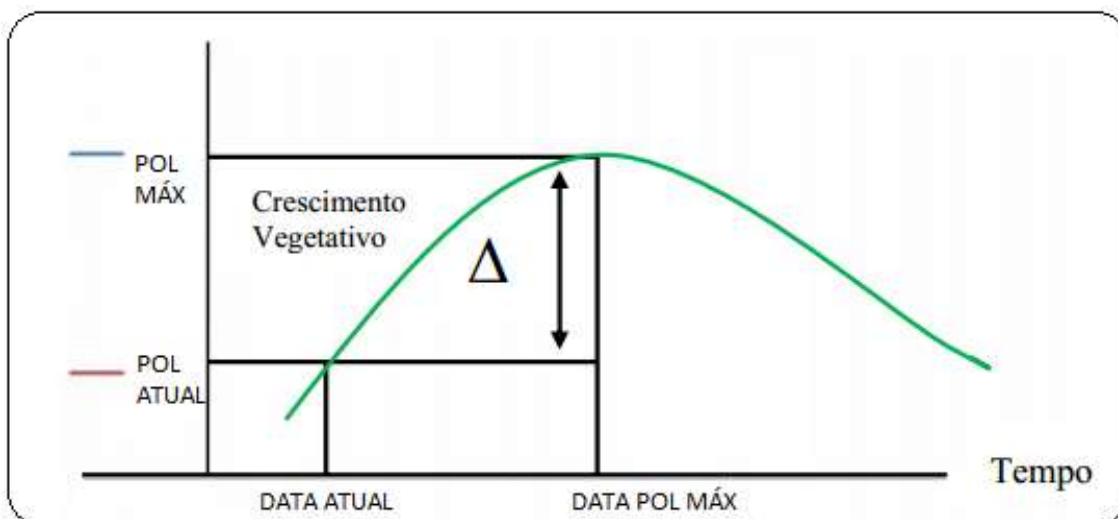


Figura 3 – Curva de maturação da cana-de-açúcar  
Fonte: Silva et al (2011)

Segundo Marques et al, (2001), os índices de sacarose crescem gradualmente, até o ponto máximo. Em seqüência, começa o período de declínio de sacarose. Por sua vez, a utilização da cana-de-açúcar nas unidades industriais inicia-se quando apresenta teor mínimo de 13% de POL, começando assim o seu Período de Utilização na Indústria

(P.U.I.). Este período deve ser finalizado antecedentemente a regressão da sacarose, fato exemplificado na Figura 4.

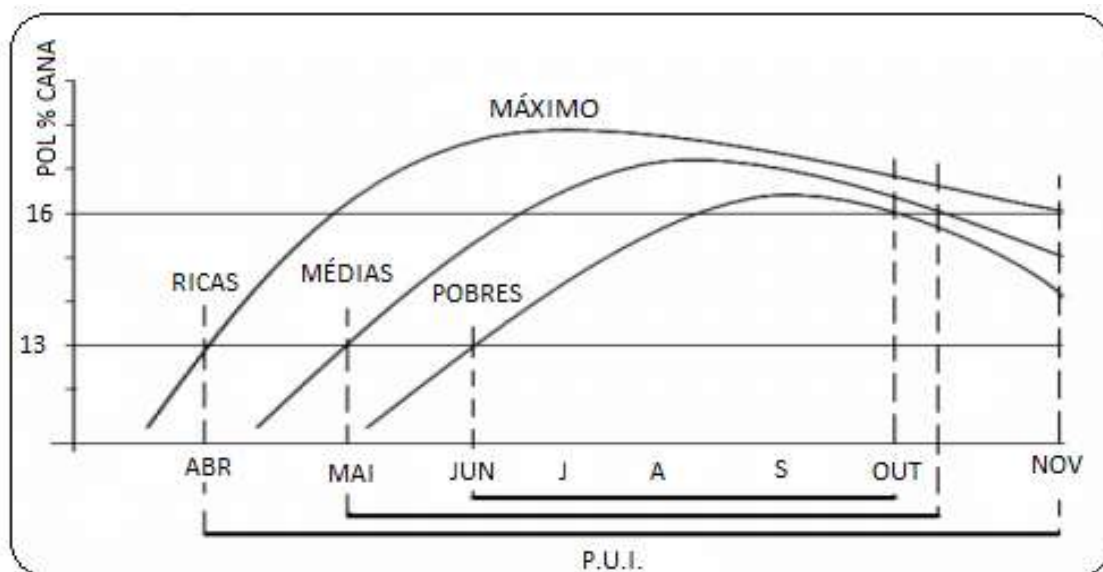


Figura 4 – Caracterização do P.U.I.  
Fonte: Silva et al (2011)

Pode-se observar pela Figura 4, que as variedades possuem características diferentes quanto ao P.U.I., fator relativamente analisado nas unidades industriais. Com o objetivo de identificar um melhor momento para a colheita, pode se classificar as variedades como: a) ricas: alcançam a POL referêcia para industrialização logo no início da safra e conseguem se estabilizar por um longo período, geralmente superior a 150 dias, possuindo assim P.U.I. longo; b) médias: atingem o valor referencial para a POL no meio da safra e esse permanece aproximadamente entre 120 a 150 dias, tendo P.U.I. médio; c) pobres: possuem P.U.I. curto, uma vez que atingem o nível de interesse industrial já no fim da safra, com duração de apenas 70 a 100 dias. Variedades com este P.U.I., não possuem grande importância industrial (CESAR; SILVA, 1993).

## 1.6 Variedades de cana-de-açúcar e ambientes de produção

As propriedades rurais que cultivam a cana-de-açúcar estão alicerçadas em variedades que são advindas de um minucioso trabalho de melhoramento genético. O qual visa identificar características desejáveis para cada ambiente de produção.

As variedades de cana-de-açúcar apresentam nomenclatura própria formada pelas siglas das instituições que realizaram o respectivo cruzamento/melhoramento, seguido pelo ano de realização e número sequencial das seleções (CESNIK; MIOCQUE, 2004), como pode ser observado, no exemplo a seguir: Variedade RB 86 7515.

Onde:

RB: nome da instituição que realizou o cruzamento/melhoramento, nesse caso é a

RIDESA;

86: ano de realização do cruzamento/melhoramento;

7515: número sequencial de seleções.

Para Matsuoka (2000), uma das etapas mais importantes e que refletem na redução do custo de produção e na qualidade da matéria-prima fornecida às unidades industriais, refere-se à escolha adequada das variedades a serem utilizadas.

De acordo com Silveira et al, (2002), a escolha da variedade a ser cultivada é de fundamental importância, já que o rendimento e qualidade industrial depende desta matéria-prima, nesse sentido deve-se plantar uma ou mais variedades com características agroindustriais adaptadas as condições ambientais locais.

Uma das variáveis que atuam com maior influência no desempenho de cada genótipo, são as condições edafoclimáticas, as quais influenciam no comportamento fenotípico da cultura como: crescimento, desenvolvimento dos colmos, florescimento, maturação e produtividade. Estes fatores estão ligados diretamente à interação das características fisiológicas da variedade com os ambientais locais de produção, esses ambientes possuem distinções com relação precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e insolação (MELO et al, 1999).

O ambiente de produção é a interação entre genótipo da planta, e estes fatores associados ao manejo agrícola da cultura, cujos resultados são utilizados para as indicações mais favoráveis das variedades. Nesse sentido o melhoramento genético para a cultura da cana-de-açúcar considera os distintos ambientes de produção, quando na recomendação de genótipos (DEMATTE, 2004; PRADO, 2005; PRADO, 2008).

Prado (2007), classifica os ambientes de produção da cana-de-açúcar relacionando os solos, o clima e manejo da cultura com o resultado da produtividade média de uma variedade. Nessa classificação, considera-se ambientes que variam de A (mais favorável) a E (desfavorável), sendo que cada letra subdivide-se em dois ambientes, totalizando 10 ambientes distintos.

Tanto o manejo, quanto a escolha das variedades de cana-de-açúcar a serem implantadas, estão diretamente relacionadas ao conhecimento desses ambientes. Para que haja um maior retorno econômico, deve-se buscar a viabilidade do potencial produtivo máximo de cada especificidade, associando a variedade mais promissora a cada ambiente de produção (CAVALCANTE; PRADO, 2010).

Uma das principais dificuldades encontradas pelos programas de melhoramento genético, seja no processo de seleção ou recomendação das variedades para os distintos ambientes de produção é a presença da interação genótipo ambiente (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Para Landell (2005) deve-se conhecer a interação do genótipo relacionado seu desenvolvimento a cada ambiente de produção, de tal modo que uma variedade deve ser avaliada sob os seguintes critérios: a) Produtividade, b) Responsividade e c) Estabilidade fenotípica.

Desta forma os trabalhos de melhoramento genético buscam realizar a seleção de novas variedades com aptidões regionais (LANDELL; BRESSIANI, 2010). Segundo Landell (1999), o programa de melhoramento genético do IAC vem procurando regionalizar os estudos de seleção de novas variedades, com o objetivo de averiguar a interação do genótipo-ambiente, com isso, o programa de melhoramento viabiliza a classificação mas especifica da estabilidade do genótipo no seu desenvolvimento relacionado as condições de cada tipo de solo e clima.

Landell (2005) classifica os genótipos quanto ao seu desenvolvimento nos diferentes ambientes de produção, sendo:

- a) Responsivo: alta capacidade produtiva em ambientes favoráveis;
- b) Responsivo/exigente: mediana produtividade em ambientes desfavoráveis, mas com bom potencial produtivo em ambientes favoráveis; e,
- c) Rústica/não exigente: possuem menor potencial produtivo se sobressaindo sobre as outras variedades apenas em ambientes desfavoráveis

A interação dos fatores: genótipo, ambiente de produção e o manejo são fundamentais na maximização da produtividade econômica. Segundo Câmara (1993) o processo produtivo canavieiro visa três objetivos básicos: a) Produtividade: alta produção de fitomassa por unidade de área, ou seja, elevado rendimento agrícola de colmos industrializáveis, em cujas células parenquimatosas; b) Qualidade: riqueza em açúcares dos colmos industrializáveis, caracterizando matéria-prima de qualidade. Quando associada à produtividade, reflete-se na produção por unidade de área; e c) Longevidade: do canavial: visa aumentar o número de cortes econômicos, refletindo-se num prazo maior de tempo entre as reformas do canavial, resultando em melhor economicidade do empreendimento.

Para a liberação de uma nova variedade de cana-de-açúcar em escala comercial, o processo de melhoramento é bem minucioso, geralmente exige entre 12 a 15 anos, desde a seleção dos parentais até o plantio em escala comercial (LANDELL et al, 1999).

Diversas variedades de cana-de-açúcar foram lançadas por instituições públicas e privadas no país. Os principais responsáveis pelo fornecimento de variedades melhoradas e adaptadas às condições edafoclimáticas, resistentes a pragas e doenças, no Brasil, são os programas de melhoramento, hoje sob responsabilidade de 3 grandes instituições de pesquisa, as quais representam 99 % das variedades cultivadas no Brasil. Estes centros de pesquisas, são:

- a) Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), constituída por Universidades Federais, criada em 1991 para substituir as atribuições do extinto PLANALSUCAR. Com 23 anos de criação a RIDESA já liberou 65 variedades de cana-de-açúcar em escala comercial, todas as variedades desta rede, possuem a sigla RB (República do Brasil), (RIDESA, 2014);
- b) Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), criada em 1969, com sede em Piracicaba – SP, foi reestruturada em 2004 com o objetivo de se tornar o centro mundial de pesquisa do setor sucroenergético, este período, foi agregado as atribuições da Coopersucar, detentoras das variedades com siglas (SP), em 2011 o CTC passou a ser Sociedade Anônima (S.A.) e poderá ter receita com pesquisas e até mesmo ser vendida. As variedades deste Centro possuem as siglas CTC e SP (CTC, 2014)

c) Instituto Agronômico de Campinas (IAC), desde 1947, vem desenvolvendo programas de pesquisa com base na ampliação da variabilidade genética. A partir de 1983 optou por regionalizar estudos com o interesse de analisar a interação genótipo x ambiente, as variedades deste Instituto, possuem a sigla IAC (LANDELL; ALVARES, 1993);

Apesar da grande quantidade de variedades disponíveis no mercado, mais de 70% dos canaviais brasileiros utilizam apenas 10 variedades, com destaque para a variedade RB 86 7515, a qual tem sido a mais cultivada no Brasil. Esta variedade em 2012 registrou um cultivo de aproximadamente 26,40% e com relação aos novos plantios, correspondeu a 28,95%, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Esta variedade tem se destacado nacionalmente devido as suas características, como: elevado potencial de crescimento, porte alto, hábito de crescimento ereto, alta densidade de colmo, fácil despalha, boa rebrota e alto teor de sacarose, e especialmente por se adaptar bem em qualquer ambiente de produção (RIDESA, 2010).

Tabela 3 – Censo varietal de 2012, mostrando as 10 variedades de cana-de-açúcar mais plantadas em novos plantios e em cultivo, safra 2012/2013 - Brasil

Variedades	Novos plantios		Variedades	Em cultivo	
	Área (ha)	(%)		Área (ha)	(%)
RB 86-7515	283.668	28,95	RB 86-7515	1.690.951	26,40
SP 81-3250	110.078	11,23	SP 81-3250	823.776	12,86
RB 92-579	75.909	7,75	RB 85-5453	357.563	5,58
RB 96-6928	70.389	7,18	RB 92-579	322.549	5,03
RB 85-5453	51.460	5,25	RB 85-5536	240.578	3,76
RB 85-5156	38.835	3,96	RB 85-5156	210.832	3,29
CTC – 15	23.108	2,36	SP 83-2847	210.403	3,28
SP 83-2847	21.694	2,21	RB 96-6928	163.870	2,56
CTC – 9	19.062	1,95	RB 72-454	163.377	2,55
RB 83-5054	17.681	1,80	RB 83-5486	126.250	1,97
Soma das 10	711.884	72,64	-	4.310.149	67,28
Outras variedades	268.131	27,36		2.095.995	32,72
Total	980.022	100,00		6.406.144	100,00

Fonte: RIDESA (2014)

## 1.7 Qualidade da matéria-prima industrialização

Para que haja o melhor desempenho da fermentação alcoólica, o principal fator a ser considerado é a qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para obtenção do etanol (AMORIM, 2003).

A qualidade da matéria-prima é definida como o conjunto de características que devem apresentar as exigências da indústria no processamento, sabendo-se que existe variação natural dessas. Dessa maneira, quanto melhores e mais adequadas forem as condições de cultivo, melhor poderá ser a qualidade da matéria-prima, com maior acúmulo de sacarose e, conseqüentemente, maior rentabilidade nos produtos finais da indústria (STUPIELLO, 1993).

Outrora, a qualidade da matéria-prima era determinada exclusivamente pelo teor de sacarose aparente (POL). Além de considerar o teor de sacarose como principal parâmetro tecnológico, Stupiello (1987), afirma que a qualidade da matéria-prima sofre influência de uma série de variáveis. Contudo Ripoli; Ripoli (2004), relatam que a qualidade do produto final pode ser alterada significativamente por características físico-químicas e microbiológicas.

Para Oliveira (2011), a adubação, o ciclo da cultura, variedades e condições climáticas são variáveis essenciais que determinam a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. O conjunto destas variáveis é que caracteriza o potencial da matéria-prima. Além disso, nos últimos anos, as indústrias canavieiras têm dado cada vez mais importância aos fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam na qualidade da matéria-prima (AMORIM, 2003). Como definições para fatores intrínsecos e extrínsecos, tem-se:

- *Fatores intrínsecos* são aqueles relacionados à composição da cana (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais). São influenciados pela variedade utilizada, variações edafoclimáticas e tratos culturais;
- *Fatores extrínsecos* aqueles que estão relacionados à presença de materiais estranhos ao colmo (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras) ou compostos que são produzidos por microrganismos, mediante a ação desses, sobre os açúcares do colmo (AMORIM, 2003).



Nesse contexto, Alonso (2006) refere-se à qualidade da matéria-prima, como a maior riqueza e pureza em açúcares, bem como, menor presença possível de impurezas vegetais (folhas verdes, palha e palmito) e minerais (terra e pedras).

O CONSECANA (2006), ressalta que a qualidade da matéria-prima é definida pela concentração total de açúcares recuperáveis (sacarose, frutose e glicose) no processo industrial.

Para ter um melhor rendimento industrial, a agroindústria canavieira deve trabalhar de maneira integrada entre áreas de produção agrícola e industrial, já que seu principal objetivo é maximizar a produtividade, reduzindo custos (FERNANDES, 2003).

### **1.7.1 Formação do preço da matéria-prima para industrialização**

Com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1933, o sistema de pagamento da cana-de-açúcar no Brasil ficou delimitado basicamente por dois fatores, peso da cana entregue e no rendimento industrial (SACHES, 2007).

O fator produtividade por si só não representa o rendimento em volume e qualidade em produção de derivados de cana-de-açúcar. Essa forma de pagamento da matéria-prima aos fornecedores torna-se injusta, pois canas com diferentes teores de açúcares teriam o mesmo preço. Contudo, em Alagoas em 1978, foi implantado o sistema de pagamento pelo teor de sacarose (SPCTS). Em 1983, os estados produtores atenderam o ato 25, publicado no D.O.U. de 17 de agosto de 1982, o qual estabeleceu que a partir da safra 1983/1984, todas as usinas e destilarias com mais de três anos de funcionamento deveriam pagar os seus fornecedores, pelo teor de sacarose, denominado de pagamento da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose (PCTS). Esta era uma forma mais justa de pagamento aos produtores que forneciam matéria-prima de melhor qualidade (SACHES, 2007).

Diante da necessidade de melhorar o sistema de pagamento aos fornecedores de cana-de-açúcar, privilegiando a qualidade da matéria-prima, em 1997 foi criado o Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (CONSECANA-SP). Este conselho é constituído por cinco representantes da Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil (ORPLANA) e

cinco representantes do setor industrial, indicados pela União da Agroindústria do Açúcar e do Alcool do Estado de São Paulo (ÚNICA) (CONSECANA, 2006).

A partir do ano safra 1998/1999, houve a instituição e a adoção pela indústria canavieira, do novo sistema de pagamento da matéria-prima entregue pelos fornecedores às indústrias, chamado de Sistema de Remuneração da Tonelada de Cana pela Qualidade/CONSECANA.

Este sistema leva em consideração a qualidade da matéria-prima representada pela concentração total de açúcares recuperáveis (ATR), sendo expresso em quilogramas por tonelada de cana.

Segundo ORPLANA (2012), o valor da tonelada de cana é calculado pela expressão a seguir.

$$\text{VTC (R\$/t)} = \text{ATR (kg/t)} \times \text{valor do ATR (R\$/kg de ATR)}$$

Onde:

VTC: Valor base para a cana, em real por tonelada, posta na esteira da unidade industrial;

ATR: índice de açúcar total recuperável, expresso em kg/tonelada

Valor do ATR: valor médio do ATR, obtido no contexto estadual.

Desde então este modelo tem servido como padrão para contratos com fornecedores dos principais estados produtores como: São Paulo, Paraná, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso. Com isto a qualidade da cana entregue às unidades industriais é aferida através de análise tecnológica, em amostras coletadas no momento de seu fornecimento (ORPLANA, 2012).

As análises de qualidade de matéria-prima para avaliação dos parâmetros tecnológicos e dos parâmetros industriais são realizadas a partir do caldo da cana. Alguns dos parâmetros tecnológicos são determinados em laboratório (Peso do bagaço úmido, °Brix e POL) e outros calculados por equações (fibra, POL da cana, pureza, açúcar redutor e açúcar total recuperável), de acordo com o estabelecido pela CONSECANA (2006).

É de inteira responsabilidade das unidades industriais a operação de avaliação da qualidade da matéria-prima, incluso todas as etapas deste a desintegração da amostra até o processamento de dados (ORPLANA, 2012).

A Figura 5, mostra o processo de análise da cana-de-açúcar, desde a chegada na indústria até a obtenção dos valores analíticos básicos, os quais servem de base para os cálculos analíticos, das variáveis tecnológicas, que aferem a qualidade da matéria-prima.

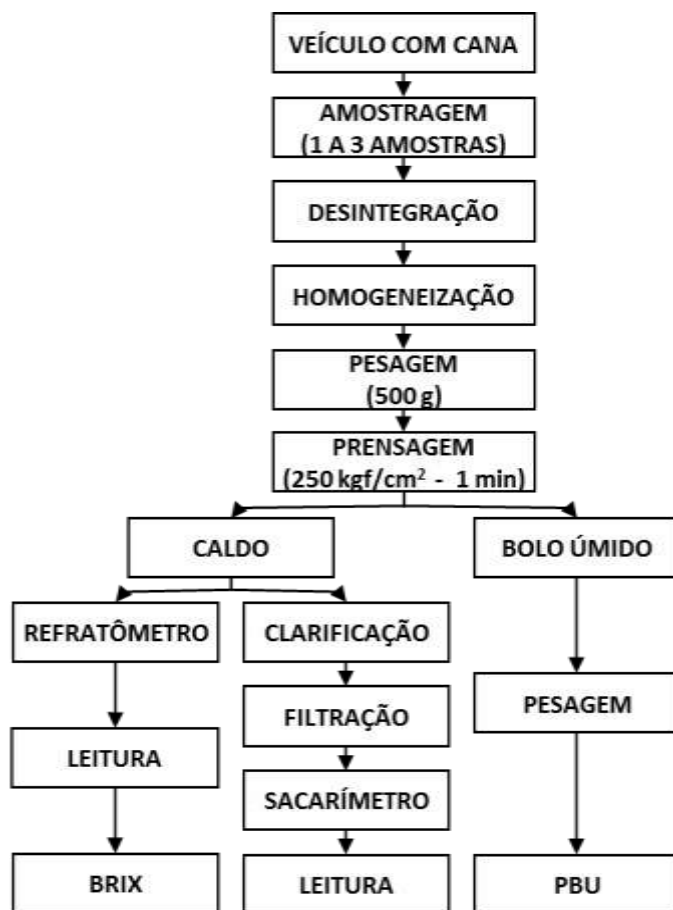


Figura 5 - Fluxograma operacional de análise de cana – obtenção dos valores analíticos básicos

Fonte: ORPLANA (2012)

Observando a Figura 5, e de acordo com a ORPLANA (2012), a unidade industrial deverá recolher as amostras dos veículos com cana, por intermédio de uma sonda mecânica horizontal ou oblíqua, logo após a pesagem da carga. As amostras a serem analisadas deverão ser colocadas em aparelhos desintegradores. Após a desintegração, as amostras deverão ser homogeneizadas por um homogeneizador tipo betoneira adaptada com raspador. Depois da homogeneização, pesa-se 500g da amostra em balança semi-analítica eletrônica, com resolução de 0,1 g e tolerância de 0,5 g de precisão.

O caldo será extraído em prensa hidráulica com pressão mínima e constante equivalente a 250 kgf/cm<sup>2</sup> sobre a amostra pelo período de um minuto, onde é realizada a extração do caldo, a leitura do ° Brix, a POL e o peso do bagaço úmido (ORPLANA, 2012).

### **°Brix**

O °Brix corresponde a porcentagem de sólidos solúveis contido em uma solução açucarada. É recomendado que a porcentagem do °Brix para industrialização da cana-de-açúcar seja superior a 18%, a determinação desse valor é feita a partir do caldo extraído da prensa hidráulica. O caldo é filtrado em papel filtro qualitativo, e coletado a partir da 6ª gota, a qual é inserida no refratômetro digital de bancada, provido de correção automática de temperatura para 20°C (FERNANDES, 2000).

### **POL (%)**

A POL pode ser calculada considerando a POL do caldo e POL da cana, conforme apresentado a seguir.

### **POL do caldo (%)**

A POL indica a porcentagem em massa de sacarose evidente contida no caldo, em um solução açucarada de peso normal. Já a POL da cana, é a porcentagem de sacarose efetiva na cana, que inclui o caldo e a fibra (FERNANDES, 2000).

A POL é determinada pelo método da leitura sacarimétrica do caldo, após sua clarificação, que é feita à base de alumínio na proporção de 6g/100ml. A mistura clarificada será determinada em sacarímetro digital, automático, provido de tubo polarizado de fluxo contínuo, em comprimento de onda de 587 a 589,4 nm (FERNANDES, 2000).

Para a realização do cálculo da POL do caldo a CONSECANA (2006) utiliza a equação 1:

$$\text{POL} = (1,0078 \times L + 0,0444) \times (0,2607 - 0,009882 \times \text{°Brix}) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

L: Leitura do sacarímetro

### **POL da cana (PC)**

É a porcentagem em massa de sacarose aparente contida na cana. Para a estimativa do cálculo da POL da cana, a CONSECANA (2006) preconiza a equação 2:

$$\text{PC (\%)} = \text{POL caldo} \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

C: Coeficiente que é utilizado para transformação da POL do caldo extraído pela prensa em POL da cana (PC), o qual é calculado de acordo com a equação a seguir:

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$

Entre os principais parâmetros de qualidade de matéria-prima destaca-se a POL. Para Ripoli; Ripoli (2004) uma cana que apresenta valores superiores a 14% seria apta, em qualidade à industrialização. Entretanto Marques et al, (2001), concluem que a maturação da cana-de-açúcar é alcançada quando essa atinge teor mínimo de sacarose com POL da cana superior a 13%.

A maturação está diretamente associada à POL da cana, quanto mais elevado seus teores, mais madura está a cana. Antes de atingir a maturação a cana possui mais açúcares redutores, que são agentes precursores de cor, e estes fixam a POL a índices baixos (LEITE, 2000).

### **Peso do Bagaço Úmido (PBU)**

O peso do bagaço úmido (PBU) é resultado da pesagem do bolo úmido e que serve para dimensionar o teor de fibra (CONSECANA, 2006).

Com os índices tecnológicos básicos (°Brix, POL e PBU), pode-se determinar outros índices que aferem a qualidade da matéria-prima e contribuem na formação do preço pago por tonelada. A obtenção destes parâmetros é realizada através de cálculos analíticos, como demonstra a Figura 6.

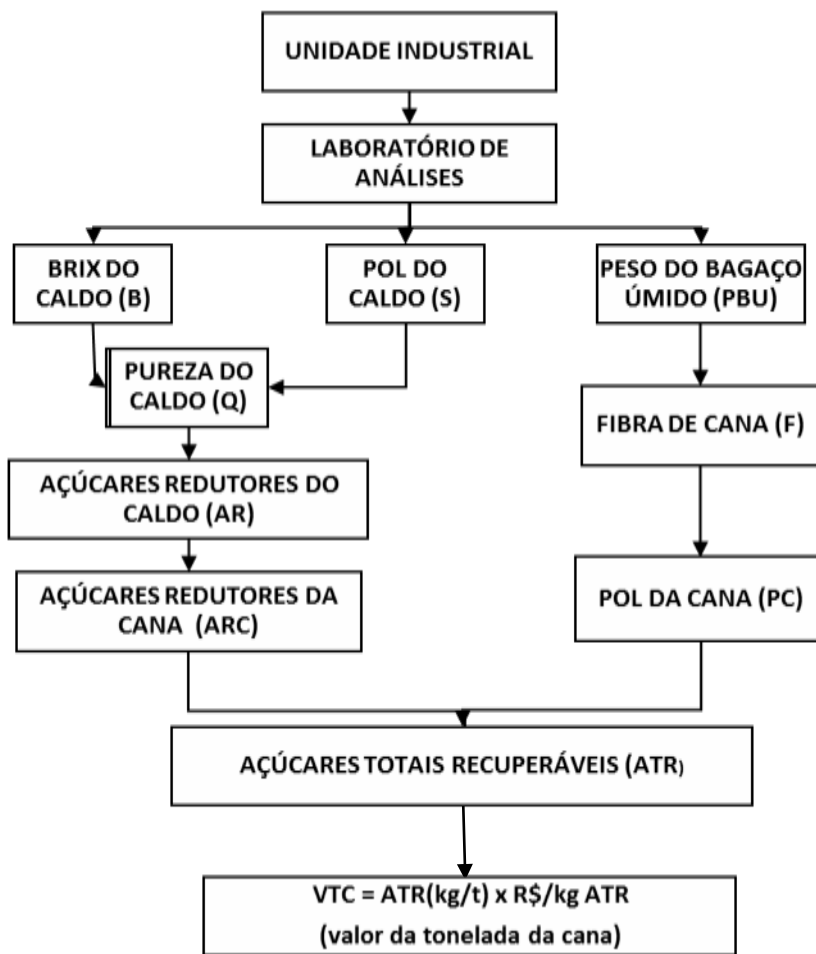


Figura 6 -Fluxograma de cálculos analíticos utilizados pelo sistema CONSECANA – SP  
Fonte: ORPLANA (2012)

Segundo o CONSECANA (2006), conhecendo-se os valores do °Brix, POL e PBU, pode-se utilizar cálculos analíticos para a determinação de outros parâmetros tecnológicos que indicam a qualidade da cana-de-açúcar como: POL da cana, fibra, pureza, açúcares redutores caldo e cana, açúcar total recuperável.

## Fibra

Conhecida como fibra tanimoto é a matéria insolúvel em água contida na cana, é composta por celulose, herminocelulose, lignina, pentosanas, pectinas, e outros componentes. É a parte que sustenta a planta (FERNANDES, 2003).

É calculada de acordo com o CONSECAN (2006), a partir do PBU, pela equação 3:

$$F (\%) = 0,08 \times PBU + 0,876 \quad \text{(Equação 3)}$$

Marques et al, (2008) ressaltam que o aumento do teor de fibra na cana limita a eficácia da extração de caldo nas moendas. Entretanto variedades com baixos teores de fibra provocam o acamamento, o que dificulta a colheita mecanizada e induz maior quantidade de terra na matéria-prima encaminhada à indústria. Outro fator limitante é a vulnerabilidade a danos decorrente do corte, carregamento e transporte, resultando em perdas de açúcar que decorrem do contato de microrganismos que passam a ter junção com a parte interna do colmo.

O teor de fibra é importante para sustentação energética da indústria que processam a cana-de-açúcar, com isto o teor médio ideal de fibra oscila entre 10,5 a 12,5%, entretanto teores inferiores a 10,5 são indesejáveis em usinas onde se queima o bagaço em caldeiras.

### **Pureza (Q)**

É a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis do caldo. É o principal indicador do estágio de maturação da cana-de-açúcar, caracterizando a porcentagem de sacarose (POL) contida nos sólidos solúveis (°Brix). Ao atingir maior teor de maturação, conseqüentemente a cana terá maior pureza, e com isto maior acúmulo de POL, entretanto com o envelhecimento da cana, a pureza diminui.

Calcula-se a Pureza de acordo com o CONSECAN (2006), pela equação 4:

$$Q (\%) = 100 \times POL \text{ caldo} / ^\circ\text{Brix} \quad \text{(Equação 4)}$$

STUPIELO (2000) afirma que a pureza é variável dependendo do estágio vegetativo da cultura; quando a cana está em período de crescimento a pureza é baixa, pelo consumo de açúcares para o crescimento, já ao atingir estágio de maturação, o acúmulo de POL contribui com a elevação da pureza em razão da expansão de açúcares em relação ao °Brix.

Quanto maior a pureza melhor a qualidade da matéria prima, segundo Fernandes (1985) e os valores de pureza podem variar de 80 a 85% no início e no decorrer da

safra. Contudo a pureza não deve ser o único parâmetro para determinar a qualidade da cana-de-açúcar.

A pureza é considerada ótima quando for superior a 85% no caldo, médio entre 82 a 85% e pobre com índices menores que 82% (CESAR; SILVA, 1993).

O CONSECAN (2006) determina que as unidades industriais poderão recusar carregamentos de cana com pureza inferior a 75%, porém carregamentos já descarregados com pureza inferior a este índice não poderão mas serem recusados do processo.

### **Açúcares Redutores do Caldo (AR)**

Glicose e frutose são os principais constituintes formadores dos açúcares redutores (AR). Esse parâmetro tecnológico é precursor de cor no processo industrial do açúcar, desvalorizando a qualidade da matéria-prima (COPERSUCAR, 1987; FERNANDES, 2000).

Conforme o CONSECAN (2006), o cálculo dos açúcares redutores (AR) é determinado pela equação 5:

$$\text{AR} = 3,641 - 0,0343 \times \text{Q} \quad \text{(Equação 5)}$$

A maturação é o processo que gera o acúmulo da POL. Com isto canas em estágio de maturação inicial apresentam menores teores de sacarose e maiores teores de açúcares redutores. Em tese, no decorrer dos estágios de maturação os níveis de açúcares redutores diminuem e de sacarose aumenta. Contudo, essa teoria provável nem sempre acontece, principalmente por intervenção de fatores extrínsecos (FRANCO, 2003).

Para Fortes (2003), o açúcar redutor (AR) é inversamente proporcional aos índices de °Brix e POL. No início da safra, o nível de AR é maior e de °Brix e POL menores, no decorrer do crescimento e da fase de maturação da cultura ocorre uma inversão de valores, pois os AR diminuem, enquanto que o °Brix e a POL, elevam-se gradativamente, até seu ponto máximo. Em seguida ocorre nova inversão, como pode ser observado na Figura 7.



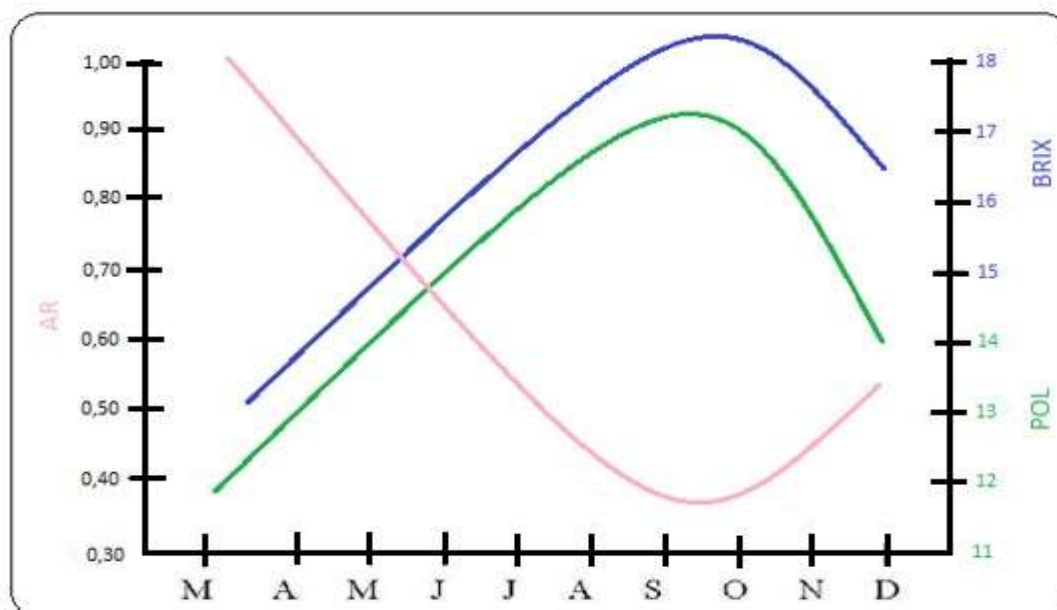


Figura 7 – Comportamento tecnológico da cana-de-açúcar no decorrer da safra  
 Fonte: Fortes (2003)

A pureza é outra variável tecnológica que é atingida pelos açúcares redutores, refletindo na recuperação do açúcar na fábrica e contribuindo nas reações que aumentam a cor do açúcar perdendo assim qualidade. (FERNANDES, 2003; LEITE, 2000).

#### **Açúcares Redutores Totais do Caldo (ART %)**

Os açúcares redutores totais ou açúcares totais, figuram como todos os açúcares contidos na cana (sacarose, glicose e frutose), sendo na forma redutora ou invertida.

Calcula-se a ART de acordo com o CONSECANA (2006), pela equação 6:

$$\text{ART} = (\text{POL} / 0,95) + \text{AR} \quad \text{(Equação 6)}$$

A Tabela 4 apresenta os principais parâmetros de qualidade de matéria-prima com índices recomendados para a industrialização. Estes parâmetros são referências em pesquisas para aferir o desempenho dos genótipos avaliados e no processo de melhoramento genético.

Tabela 4 - Referência dos parâmetros tecnológicos para a industrialização

<b>Indicadores</b>	<b>Valores recomendados (%)</b>
° Brix	>18
POL	>14
Fibra	11 a 13
Pureza	> 80
Açúcares redutores (AR)	< 0,8

Fonte: Tuta (2013)

### **Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)**

O ATR representa a qualidade da matéria-prima, sendo expresso em quilograma de açúcar por tonelada de cana ( $\text{kg.t}^{-1}$ ). Relaciona todos os açúcares contidos na matéria-prima, que são suscetíveis de recuperação, pelos processos industriais, seja em açúcar ou álcool (FERNANDES, 2003).

Como refere-se à capacidade do ATR ser transformado em açúcar ou álcool, é a parte constituinte das variáveis do sistema de pagamento de cana aos produtores (ORPLANA, 2012).

Conforme o CONSECANA (2006), o ATR é calculado de acordo com as equações 7 ou 8 (versão resumida).

$$\text{ATR} = 10 \times \text{PC} \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times \text{ARC} \times 0,905 \quad \text{(Equação 7)}$$

$$\text{ATR} = 9,5263 \times \text{PC} + 9,05 \times \text{ARC} \quad \text{(Equação 8)}$$

Onde:

$10 \times \text{PC}$  = POL tonelada de cana;

1,05263 = Coeficiente estequiométrico para conversão da sacarose em açúcares redutores;

0,905 = Coeficiente de recuperação, para perda industrial de 9,5%;

$10 \times \text{ARC}$  = Açúcares redutores por tonelada de cana;

Unidade = kg de açúcar por tonelada de cana.

Como existe relação contínua entre a quantidade de ATR e o produto final produzido, então o ATR é o parâmetro que define qualidade e o preço da matéria-prima pelo sistema CONSECANA-SP (ORPLANA, 2012).

O cálculo base do preço do ATR é associado ao valor dos produtos finais da cana, sendo açúcar ou álcool. Quando ocorre oscilação no preço desses produtos, conseqüentemente o valor do ATR oscila também.

A Figura 8, apresenta a evolução do preço do ATR entre os anos 2010 a 2013.

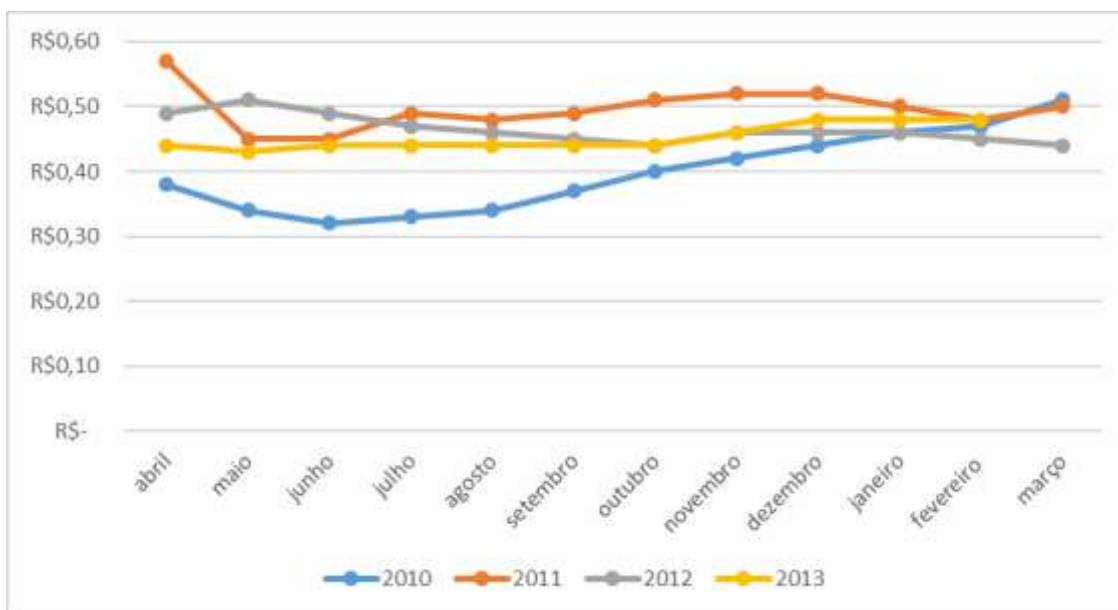


Figura 8 - Evolução do preço do ATR (R\$. kg<sup>-1</sup>)  
Fonte: Adaptado de ÚNICA (2014)

### 1.8 A cana-de-açúcar no Estado do Tocantins

Com área total de 27.762.000 ha (277.620 km<sup>2</sup>), o Estado do Tocantins é o mais jovem entre os estados da federação. Sua área compreende cerca de 3,3% do território brasileiro e 7,2 % da região Norte. Possui vegetação predominantemente de bioma cerrado com aproximadamente 65,23% de sua área territorial (SEPLAN, 2012).

Segundo classificação de Thornthwaite-Mather, o Estado apresenta grande diversidade climática em seu território, subdividindo-se em: a) Clima úmido com moderada deficiência hídrica, b) Clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica e c) Clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica.

A precipitação média anual, oscila entre 1.300mm a 2.100mm, enquanto que a temperatura média anual, varia de 25 a 29 °C. Característico de clima tropical, o regime pluviométrico é bem definido verão chuvoso e inverno seco, a altimetria é praticamente plana ou plana ondulada, geralmente menor que 5% de declividade, sendo que a altitude oscila de 90 m a 1.340 m (SEPLAN, 2012).

Para Seagro (2014), o Tocantins possui aproximadamente metade de seu território com aptidão agropecuária. Dessa capacidade produtiva, por volta de 57% está sendo utilizado pela pecuária, em alguns casos com pastagem em nível de degradação.

Apresenta ainda, aproximadamente 1,2 milhões de hectares de áreas de várzeas, propícias à utilização de irrigação por infiltração e ou inundação. Uma das áreas produtivas em franca expansão e de grande interesse do Estado, é a produção de biocombustíveis, e a expectativa é de atingir até 2015 uma área plantada de 36.000 hectares de cana-de-açúcar para produção de etanol e 12.500 hectares de oleaginosas para produção de biodiesel.

O Estado do Tocantins voltou a figurar no cenário nacional de produção da cultura da cana-de-açúcar a partir da safra 2005/2006, após ficar 6 anos sem registro de produção da cultura, escala industrial. A instalação da unidade industrial no município de Pedro Afonso em 2011 colaborou substancialmente com o incremento na produção de cana-de-açúcar no Estado (SOUTO, 2013). A expectativa que a produção da cultura no Estado para safra 2013/2014, seja 23,7% superior à safra anterior, atingindo produção de 2.226,3 milhões de toneladas (CONAB, 2013)

Ponderando as categorias de aptidão agrícolas e o modo de ocupação das terras no Estado, o Tocantins apresenta ainda área superior a 1 (hum) milhão de hectares, disponível ao cultivo da cana-de-açúcar (MAPA, 2009).

Baseado no zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar proposto por Collicchio (2008), no Estado do Tocantins possui três regiões potenciais para seu cultivo, conforme apresentado na figura 9. As regiões potenciais apontadas pelo autor são: 1) região sul, que possui aproximadamente 4.750 km<sup>2</sup>, com aptidão edáfica regular, tendo predomínio das atividades agrícola e pecuária, no uso destes solos; 2) região sudeste, apresenta característica edáfica regular (área cerca de 6.200 km<sup>2</sup>), sendo que a ocupação dos solos é basicamente agropecuária; e 3) região central, é caracterizado com 3.700 km<sup>2</sup> de solos com aptidão agrícola favorável ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

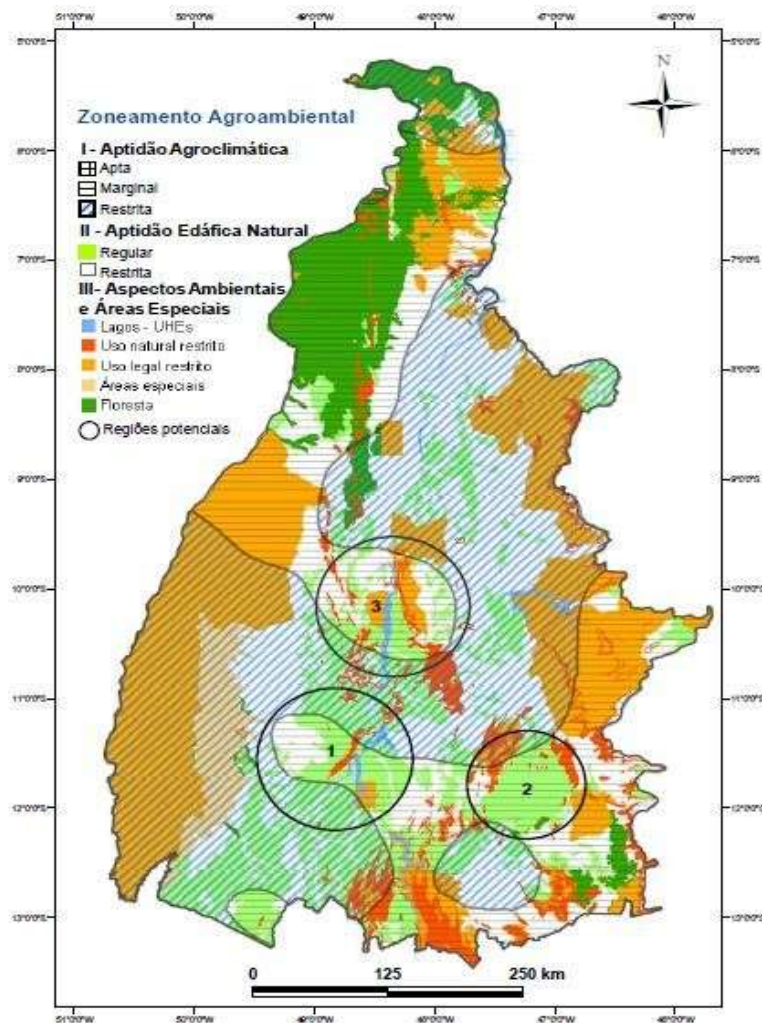


Figura 9 - Zoneamento agroclimático da cultura cana-de-açúcar no estado do Tocantins e regiões com potencial à produção da cana-de-açúcar  
 Fonte: Collicchio (2008)

Collicchio (2008) ressalta ainda que, para um bom desenvolvimento da cultura nestas regiões potenciais, pode haver a necessidade de uma complementação nos índices pluviométricos via utilização de irrigação.

O Estado do Tocantins dispõe de áreas potenciais, à produção da cultura da cana-de-açúcar, desde que observadas os níveis de deficiência hídrica dos solos e os ambientes de produção mais favoráveis dos parâmetros agrônômicos e tecnológicos. O autor recomenda avaliar o desempenho de variedades de cana-de-açúcar nas condições locais de cada região, pesquisando informações referentes à adaptabilidade, estabilidade e longevidade da cultura nestes ambientes de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, O. Estratégias para melhorar a qualidade da cana-de-açúcar para a indústria. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. cap.22, p.362-367

AFONSI, R.R.et al., Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (org). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, v.1. p. 42-55, 1987.

ANDRADE, L. A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 19-49.

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

BARBOSA, E.A. **Avaliação fitotécnica de cinco variedade de cana-de-açúcar para o município de Salinas – MG**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UESB, Vitória da Conquista – BA, 2005.

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. (Org.). **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Ceres, 2006, v.1, p.80-91.

BRESSIANI, J. A. LANDELL, M. G. A; BURNQUIST, E. W. L. Melhoramento genético da cana-de-açúcar. In. Encontro sobre temas de genética e melhoramento, 23º, 2006, Piracicaba, SP. **Anais**, Piracicaba, p. 52-64, 2006

CALIARI, M.; SOARES JUNIOR, M.S.; SERRA, G.E. Programação matemática aplicada à colheita de cana-de-açúcar com ênfase na recuperação máxima de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 1. p.1-8, 2005.

CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: **Produção da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1993. p. 31-64.

CAVALCANTE, E. P; PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar de latossolos da região de Araxá-MG. **Nucleus**, v.7, n.2, out. 2010

CÉSAR, M. A. A.; SILVA, F. C. da. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: Departamento Editorial [do] Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1993. 39 p.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

COLETI, J.T.; STUPIELLO, J.J.; Plantio de cana-de-açucar. In SEGATO, S.V; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. cap.10, p. 139-153.

COLLICCHIO, E. **Zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar e as implicações climáticas no estado do Tocantins**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2008.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Terceiro levantamento: cana-de-açúcar – safra 2013/2014**. Dez/2013. Disponível em:  
<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_12\\_20\\_10\\_56\\_08\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_dez\\_2013\\_3o\\_lev\\_-\\_original.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_portugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf)> Acesso em 15 dez. 2013.

CONSECANA. **Manual de instruções**. Piracicaba: Consecana. 2006, 116 p.

COOPERSUCAR. **Fermentação**. São Paulo: Centro de Tecnologia COOPERSUCAR, 1987. 434p.

CRONQUIST, A. **Única Integrated system of classification os flowering plants**. New York: Columbia University Press. 1981. 126p

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: ed. UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: ed. UFV, 2003. 579p.

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. **Carta dos solos e ambientes de produção**. Piracicaba: Única/Coplana. p. 24-25. 2008

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. **Nossa história**, linha do tempo. Disponível em:  
<<http://www.ctcanavieira.com.br/nossahistoria.html>>, Acesso em: 10 jan. 2014.

DEMATTE, J. L. I. Potencial da produtividade do solo. In: Simpósio avançado de química e fertilidade do solo, 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. P. 137 – 179.

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979, 2012 p. (FAO. Irrigação and drainage paper, 33)

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

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana de açúcar**. 2. ed. Piracicaba, STAB: 2003. 240 p.

FERNANDES, A. C.; BENDA, G. T. A. Distribution patterns of Brix and fibre in the primary stalk of sugar cane. **Sugar Cane**, v. 5, p. 8-13, 1985

FORTES, C. **Discriminação varietal e estimativa de produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar pelo sensor orbital ETM+/LANDSAT 7**. 2003, 131 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2003.

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.

FREITAS, C.E. Qualidade da matéria prima. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Brasília, DF. **Anais...**, 2007

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**, New York: Wiley-Interscience, p. 445-479. 1983.

GAVA, G. J. de C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. C.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KÖLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 250-255, 2011.

LANDELL, M.G. de A. & ALVAREZ, R. Cana-de-açúcar. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P., (Eds). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p. 77-93.

LANDELL, M. G. de A. et al. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo roxo da região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, Agrônomo, v. 58, n.2, p.269-280, 1999.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. A. (Org.). **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2010. p.101-156.

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.

LEPSCH, I.F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Coord.) **Ecofisiologia da produção.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.83-98.

LUCCHESI, A.A. Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (org). **Ecofisiologia de culturas extrativistas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira.** Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001, p 13-45.

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (ed) **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987. p. 1-11

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009



MARGARIDO, F.B. Planejamento agrícola em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006, cap.5, p.70-78.

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

MATSUOKA, S. **relatório I do programa de melhoramento genético**. Araras: UFSCAR, 2000. 39 p.

MAZAMBANI, A.E.; PINTO, A.S.; SEGATO, S.V.; MARTTINZ, C.F.M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. cap.1, p.11-18

MELO, F. A. D.; FIGUEIREDO, A. A.; ALVES, M. C. P.; FERREIRA, V. M. Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em diferentes fundos agrícolas da região norte do estado de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1998. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 198-202

MILLER, J.D.; GILBERT, R.A. **Sugarcane botany**: a brief view. University of Florida, IFAS extension, 2009. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/SC034>>, Acesso em 15 nov. 2013.

MIRANDA, J. R. **História da cana-de-açúcar**. Campinas: ed. Komedi, 2008.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A. Adubação nitrogenada em cana-planta: perfilhamento e produtividade agrícola. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.13, p.16-18, jan/fev. 1994.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, E.C.A. de; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA, A.C. de; SIMÕES NETO, D.E.; ROCHA, A.T. da; CARVALHO, L.A. de. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 617-625, jun. 2011

ORPLANA. Organização de plantadores de cana da região centro sul do Brasil. **Procedimentos e normas para o acompanhamento da análise da qualidade de cana-de-açúcar**. 96p. Piracicaba. 2012.

PEREIRA, L.L.; TORREZAN, H.F. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, cap.20, p.334-344, 2006.

RIDESA, Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. **Nossa história**, linha do tempo, 2014. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/nossahistoria.html>>, Acesso em: 10 jan. 2014.

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

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba: ed. dos Autores, 2006. 216p.

SACHS, R. C. C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações econômicas**. São Paulo. v. 37, n. 2, fev. 2007.

SEAGRO. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Tocantins. **Agricultura**. Disponível em: <<http://seagro.to.gov.br/agricultura>> Acesso em 24 jan. 2014.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MAZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006, cap.2, p.11-18.

SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. Colheita da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M.; **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006, cap.18, p.307-318.

SEPLAN. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao Planejamento da Gestão Territorial. Palmas: SEPLAN, 2012. 80p.

SILVA, A.; RIBEIRO, I.M.; LOPES, P.; MONTEVECHI, J.A.; MARINS, F.A. Planejamento otimizado para colheita de cana-de-açúcar de uma usina sucroalcooleira. **Anais...XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Ubatuba. 2011.

SILVA JUNIOR L. D. **Estágio de desenvolvimento exigências da cultura cana-de-açúcar**. Viçosa: UFV, 2001. 21 p.

SILVA, D.K.T. **Crescimento de cultivares de cana-de-açúcar em primeira soca na Região Noroeste do Paraná na safra de 2002/2003**. 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SILVEIRA, L. C. I. da; BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W. de. Níveis de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 25-32, 2002.

SOUTO, S. B. G. **Caracterização e análise da logística de transporte do etanol nas regiões potenciais ao desenvolvimento do setor sucroalcooleiro no Estado do**

**Tocantins**. 2013. 167f. Dissertação (mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins – Palmas, 2013.

SOUZA, P.H.N.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; DUTRA FILHO, J.A.; MACHADO, P.R. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na Microrregião Centro de Pernambuco. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.5, p. 677-683, set/out, 2012

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

STUPIELLO, J.P. Matéria-prima: qualidade total. In: SEMINARIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR,1, 1993, Guarujá. **Anais ... Guarujá**, 1993, p. 83

STUPIELLO, J.P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.18, n.3, 12 p, 2000.

STUPIELLO, J.P. A filha da matéria prima. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.21, n.2, p. 12, 2002.

TEJERA, N. A.; RODÉS, R.; ORTEGA, E.; CAMPOS, R.; LLUCH, C. Comparative analysis of physiological characteristics and yield in sugarcane cultivars. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.102, p.64–72, 2007.

TUTA, N.F. **Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta com aplicação de efluente de esgoto tratado via gotejamento subsuperficial**. 2013. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2013

UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. Valores CONSECANA. Disponível em: <<http://www.unicana.com.br/?pagina=consecana>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

VASCONCELOS, A.C.; GARCIA, J.C. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. In: **Cana-de-açúcar: Ambientes de produção**. Informações Agrônômicas, n.110, p.1-5. 2005.

VITTI, A.C.; PRADO, H. Produtividade da cana-de-açúcar em função do ambiente e disponibilidade hídrica. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul-dez, 2012.

## CAPÍTULO 2

### **Avaliação agronômica e de ATR de variedades de cana-de-açúcar, visando à produção de etanol, na região central do Estado do Tocantins**

#### **RESUMO**

Estudos relacionando o comportamento de variedades em diferentes ambientes de produção são fundamentais para o êxito da atividade canavieira, principalmente em novas áreas de expansão, outrossim, as respostas obtidas por estas investigações norteiam a escolha das variedades a serem cultivadas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de variedades de cana-de-açúcar sob as condições agroclimáticas da região central do Estado do Tocantins. A avaliação experimental foi conduzida no município de Paraíso do Tocantins. No experimento, o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, contendo 7 tratamentos e 3 repetições. A avaliação foi realizada em ciclo de cana planta, as variedades aferidas foram: RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, IAC 862480 E SP 791011. Para as variedades mencionadas foram realizadas as avaliações de: comprimento dos colmos industrializáveis, diâmetro dos colmos, número de colmo por metro, produtividade (TCH), Açúcar Total Recuperável (ATR), tonelada ATR por hectare (TAH) e projeção de receita bruta (R\$). Posteriormente os resultados foram comparados pelo teste de média Tukey a 5% de significância, com isto pode se concluir que para as variáveis: comprimento de colmo, diâmetro de colmo, número de colmo por metro e ATR; não houve diferença estatisticamente significativa entre as variedades investigadas, por sua vez, para as variáveis TCH, TAH e receita esperada, a variedade RB 835486 se sobressaiu à variedade IAC 862480, com o maior rendimento em TCH e TAH e sua receita esperada foi gradativamente superior, se tornando a variedade mais promissora

**Palavras-chave:** Genótipo; *Saccharum* spp.; Produtividade

## **Agronomic avaluation and ATR of varieties of sugarcane, in order to produce ethanol in the Central region of Tocantins state**

### **ABSTRACT**

Studies relating the behavior of varieties in different production environments are critical to the success of sugarcane industry, especially in new areas of expansion; moreover, the responses obtained by these investigations guide the choice of varieties to be grown. Thus, this study aimed to evaluate the performance of varieties of sugar cane under the agro-climatic conditions of Central region of Tocantins. A experimental evaluation was conducted in the municipality of Paraíso do Tocantins. In the experiment design was randomized blocks type, containing 7 treatments and 3 replications. Evaluation was carried out on plant cane cycle, varieties measured were: RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, IAC 862480 and SP 791011. For varieties mentioned were conducted reviews of: length of industrialized stalks, stem diameter, number of stems per meter, yield (TCH), Total Recoverable Sugar (ATR), ATR tonne per hectare (TAH) and projected gross revenue (R\$). Subsequently the results were compared by Tukey test average 5% of significance, thus it can be concluded that for the following variables: stem length, stem diameter, number of stems per meter and ATR, there was no statistically significant difference between the varieties investigated, in turn, to the TCH, TAH and expected revenue variables, RB 835 486 variety excelled at IAC 862480, with the highest yield in TCH and TAH and its expected higher revenue was gradually becoming the most promising variety.

**Key words:** Genotypes; saccharum spp.; Produtivity

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo é preponderante a utilização de combustíveis fósseis, em particular, petróleo, carvão mineral e gás natural, em seu abastecimento energético. Entretanto estes combustíveis são amplos emissores de gases relacionados com o “efeito estufa”, ocasionador de aumento de temperatura e mudanças climáticas (FILHO, 2007; IPCC, 2007; IPCC, 2013).

A última crise do petróleo em 2008, favoreceu a mudança de comportamento, com a economia do consumo energético, o uso de meios de transportes coletivos, e a aceleração da fabricação de carros econômicos, híbridos ou de motores *flex fuel*, sendo que o Brasil é o líder mundial neste último segmento (RIBEIRO et al., 2011)

Com o crescente enfoque dado as questões referentes às mudanças climáticas, os biocombustíveis vêm se destacando no cenário internacional como possível meio de mitigação de gases do efeito estufa (ELBEHR et al, 2013).

Em países onde as indústrias de biocombustíveis já estão consolidadas, as matérias primas a serem processadas geralmente estão entre as mais importantes do país, como milho nos EUA, Colza na União Européia, óleo de palma na Indonésia e Malásia e a cana-de-açúcar no Brasil. Para a obtenção de biocombustíveis pode-se dividir as matérias primas em três categorias, matéria-prima de alta eficiência, como a cana-de-açúcar; moderadamente eficiente, como milho e soja; matéria-prima sob desenvolvimento, como o sorgo sacarino (ELBEHR et al, 2013).

Maior produtor mundial de cana-de-açúcar, o Brasil, teve produção no ano safra 2012/2013, com mais de 580.000 milhões de toneladas e produtividade média de 69,4 t.ha<sup>-1</sup>. Contudo, para a safra 2013/2014, a projeção estimada de crescimento é de 7%, com expectativa de produtividade de 73,5 t única<sup>-1</sup> (CONAB, 2013).

A área de expansão da cultura no país na safra 2013/2014, foi de aproximadamente 408 mil hectares, representando aumento de 4,8% em relação à safra anterior. Os estados que tiveram maiores expansões de área plantada foram: São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul e em nível de índice de crescimento, destaca-se o Estado do Tocantins, com 31% de acréscimo em área cultivada (CONAB, 2013).

A produção total de etanol no Brasil na safra 2012/2013, correspondeu a 23,64 bilhões de litros e a estimativa de produção para 2013/2014, é de aproximadamente 27,66 bilhões de litros, equivalendo a um aumento de 16,98%. Do total de etanol a ser

produzido na safra 2013/2014, estima-se que 11,73 bilhões de litros deverão ser de etanol anidro e 15,93 bilhões de litros de etanol hidratado (CONAB, 2013).

A cana-de-açúcar é cultivada predominantemente em climas tropicais e subtropicais, entre as latitudes 35°N a 30°S, mostrando ter também uma ampla adaptabilidade à altitude, cujo cultivo varia de zero (nível do mar) a 1000 metros. Com relação aos parâmetros climáticos, a temperatura média anual ideal para o bom desenvolvimento da cultura, varia entre 25 a 35 °C (RODRIGUES, 1995), sendo que a de precipitação pluviométrica por cada ciclo de cultivo necessária, deverá ser de 1500 a 2500mm (DOOREMBOS; KASSAM, 1994).

Câmara (1993), ressalta que os três objetivos básicos almejados pelo setor produtivo canavieiro são: produtividade, qualidade e longevidade do canavial. Para que o setor alcance estes anseios, a escolha da variedade de cana-de-açúcar torna-se a etapa mais importante e de menor impacto no custo de produção da cultura (SILVEIRA et al, 2002).

A identificação de variedades com adaptação as diferentes condições de clima e solo, somada a possibilidade de obtenção de variedades rústicas e longevas, que permitem manter os atuais níveis de produtividade agroindustrial, torna-se relevante (LANDELL et al, 1999).

As condições edafoclimáticas do ambiente de produção, manejo e os tratos culturais influenciam diretamente no desempenho das características biométricas da variedade, tais como: o número de colmos por metro, comprimento e diâmetro do colmo e produtividade (RODRIGUES, 1995).

A expansão para novas áreas produtivas de cana-de-açúcar, onde não era habitual seu cultivo, depende fortemente do esforço tecnológico da área agrônômica, tornando-se necessário desenvolver variedades que se adaptem as condições edafoclimáticas dessas novas regiões. Nesse sentido, torna-se importante a regionalização de experimentos para aferir a interação genótipo ambiente nesses locais, buscando identificar variedades promissoras e com características agroindustriais e tecnológicas desejáveis para cada ambiente específico de produção (LEITE, 2011; CARVALHO; FURTADO, 2013).

O Zoneamento de aptidão agroclimática para a cultura da cana-de-açúcar no Estado do Tocantins elaborados por Collicchio (2008) e Embrapa (2009), constataram a possibilidade de seu cultivo, porém identificaram deficiência hídrica do solo como um fator restritivo, os quais indicam a necessidade de complementação hídrica para o

desenvolvimento adequado da cultura. Contudo Collicchio (2008) apresentou 3 regiões do Estado potencialmente promissoras ao cultivo da cana-de-açúcar: central, sul e sudeste, as quais foram classificadas como área de aptidão marginal. Já a Embrapa (2009) constatou que o Estado possui área superior a um milhão de hectares, aptos de expansão do cultivo da cana-de-açúcar.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo de avaliar as características agronômicas e tecnológicas de variedades de cana-de-açúcar, visando a produção de etanol na região central do Estado do Tocantins.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 21 de junho de 2012 a 05 de julho de 2013, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado do Tocantins (IFTO), no Câmpus Paraíso, no município de Paraíso do Tocantins – TO, localizado a  $10^{\circ}10'34''$  Latitude Sul e  $48^{\circ}52'55''$  de Longitude Oeste, a 411 metros de altitude.

O Câmpus Paraíso do IFTO, localiza-se no Distrito Agroindustrial, bairro Vila Santana, as margens da rodovia BR 153, no km 480, distante à 80 km da capital Palmas, como mostra a figura 1.

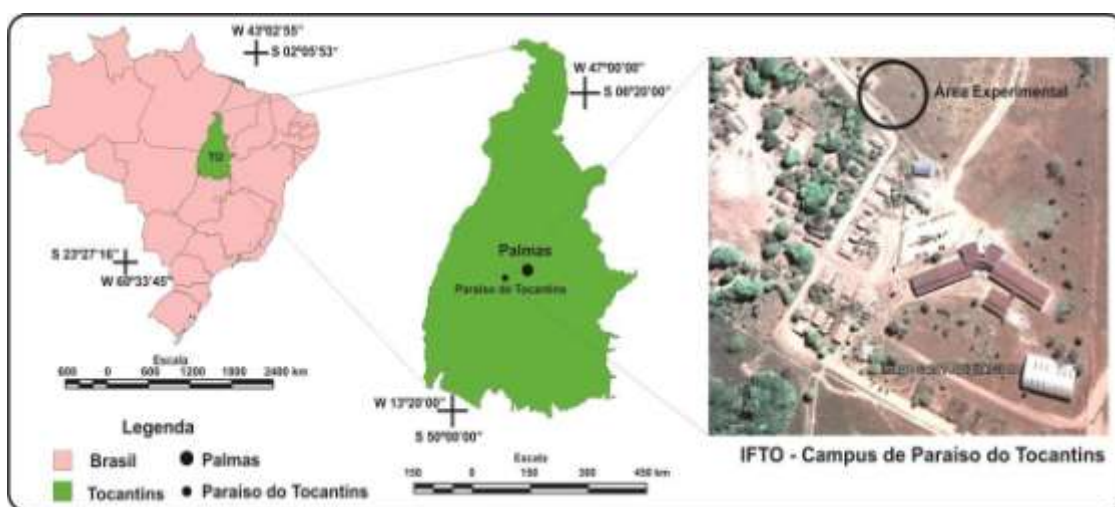


Figura 1 - Localização da área experimental do IFTO Câmpus Paraíso, em Paraíso do Tocantins.



O Clima na região é classificado como tropical úmido (classificação climática de Kopper-Geiger: AW), temperatura média anual de 25° C, precipitação média anual é de 1700 mm, com duas estações bem definidas, seca entre maio a setembro e chuvoso entre outubro a abril. (SEPLAN, 2003)

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho-amarelo com classe textural argila arenosa, cujos resultados da análise química e física estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo na área experimental, realizada em junho de 2012

H (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H + Al Cmolc/dm <sup>3</sup> (mE/100 ml)	Al <sup>3+</sup>	SB	T	V (%)	P Mg/dm <sup>3</sup> (ppm)	K
0 – 20	5,0	1,2	0,80	2,10	0,00	2,00	4,17	42,10	8,10	26

H: profundidade; SB: soma de bases; T: capacidade troca de cátions; V: saturação de bases

Tabela 2 - Resultado da análise física do solo na área experimental, realizada em junho de 2012

H (cm)	M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	Argila (%)	Limo (%)	Areia (%)
0 – 20	20	37	8,0	55

H: profundidade; M.O: matéria orgânica

## 4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, representado por sete variedades e três repetições, totalizando 21 parcelas. Cada parcela foi composta de cinco linhas com cinco metros de comprimento cada, e espaçamento de 1,3m entre linhas, totalizando um área de 26 m<sup>2</sup>. Para a coleta de dados agrônômicos e tecnológicos, considerou-se a área útil da parcela o equivalente a 7,8m<sup>2</sup>. A área útil é composta por três linhas centrais de 2m de comprimento, uma vez que foram descartados 1,5m em cada uma das extremidades das referidas linhas.

### **4.3 Variedades utilizadas**

As variedades avaliadas foram: RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, IAC862480 e SP 7010.

Dentre as variedades utilizadas a variedade RB 867515, destaca-se por ser a mais plantada no Brasil e na região de Cerrado, sendo que correspondeu a 26,40 % do total cultivado no país em 2013 (RIDESA, 2013).

As mudas das variedades cultivadas no experimento foram provenientes da Estação Experimental do Câmpus de Gurupi da Universidade Federal do Tocantins – UFT, município de Gurupi – TO.

### **4.4 Condução do experimento**

O cultivo realizado no experimento foi de cana de inverno, o preparo de solo consistiu nas operações de aração, seguida de gradagem. Em seguida foi aplicado calcário dolomítico (PRNT = 90%), na proporção de 1,5 toneladas por hectare, distribuídos a lanço e incorporado com grade. Após a incorporação do calcário, o solo foi sulcado à uma profundidade de 30 cm, considerando o espaçamento de 1,30 m entre sulcos.

A adubação de plantio ocorreu logo após a abertura dos sulcos, sendo aplicado o adubo na profundidade de 30 cm, na proporção de 600 kg/ha da formulação 4-30-16 (N-P-K). Depois da aplicação do adubo, este foi coberto com terra variando entre 7 a 10cm. O plantio ocorreu no dia 22 de junho de 2012, utilizando mudas de cana-de-açúcar com idade de 12 meses.

As mudas foram distribuídas manualmente nos sulcos, cruzando-se “pé com ponta”, perfazendo um total entre 15 a 18 gemas por metro linear. Em seguida, as mudas foram picadas em toletes de 3 a 5 gemas com auxílio de um facão e, em seguida, procedeu-se a cobertura dos toletes colocando-se de 7 a 10 cm de solo destorroado sobre as mudas.

Os tratos culturais empregados na condução do experimento foram: a) capina manual, toda vez que necessário, para eliminar a competição de plantas invasoras; b) adubação de cobertura, que ocorreu 120 dias após o plantio com adubo formulado 20-05-15 (N-P-K), na proporção de 400kg/ha e c) irrigação, a irrigação foi realizada por

aspersão convencional com lâmina d'água de 35 mm por semana, sendo essa lamina dividida em três aplicações, a mesma permaneceu até ocorrer a estabilização das chuvas no mês de novembro.

#### **4.5 Coleta e análise de dados**

As avaliações foram realizadas nas condições de cana-planta, cujas amostras foram obtidas na época da colheita (05/07/2013). Coletou-se as amostras de cada parcela, conforme proposto, sendo analisadas as variáveis agronômicas e o parâmetro tecnológico “açúcar total recuperável” (ATR).

##### **4.5.1 Variáveis agronômicas**

As características agronômicas analisadas foram:

- a) Comprimento dos colmos industrializáveis (CC): para obter o comprimento dos colmos, os mesmo foram mensurados com auxílio de trena graduada em (cm). Foram escolhidos aleatoriamente na área útil 10 colmos industrializáveis os quais foram medidos do ponto de corte (rente ao solo), até o despontamento da gema apical sendo os colmos despalhados e despontados.
- b) Diâmetro médio dos colmos (DC): obtidos com auxílio de paquímetro graduado em (mm), onde foram medidos os diâmetros de 10 colmos industrializáveis, escolhidos aleatoriamente na área útil. As medidas foram tomadas entre o segundo e o terceiro entre nó.
- c) Número de colmos por metro linear (NC/m): refere-se a média de colmos industrializáveis na área útil, sendo conforme equação abaixo.

$$NC/m = \sum \text{colmos área útil} / 6$$

Onde: 6 = metros lineares da área útil

- d) Tonelada de cana por hectare (TCH): produtividade medida a partir da pesagem de todos os colmos industrializáveis, despalhados e despontados, da área útil.

#### **4.5.2 Variável tecnológica - ATR**

A variável tecnológica utilizada foi o açúcar total recuperável (ATR) para sua obtenção, foram coletados 10 colmos industrializáveis aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela, cortando-as rentes ao solo até o despontamento da gema apical. Em seguida, esses colmos foram despalhados, despontados e identificados. Esse material foi encaminhado para a unidade industrial CRV Industrial, localizada em Carmo do Rio Verde no Estado de Goiás, para a realização de análise tecnológica de ATR, a qual utilizou metodologia descrita pelo CONSECANA (2006).

Além disso, foi estimada a quantidade de ATR por unidade de área (tonelada de ATR por hectare – TAH), calculada conforme a seguir:  $TAH = ATR \times TCH / 1000$ .

#### **4.6 Análise estatística**

Os dados experimentais quanto às características agronômicas e tecnológicas foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância, onde foi utilizado o software Assistat 7.6 beta

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram averiguadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis tonelada de cana por hectare (TCH) e tonelada ATR por hectare (TAH), representados na tabela 3.

Observou-se pelos resultados da análise de variância (ANOVA) apresentados na tabela 3, que as características diâmetro médio dos colmos (DC) e açúcar total recuperável (ATR) apresentaram coeficientes de variação abaixo de 12%, enquanto que o comprimento dos colmos (CC), número de colmos industrializáveis por metro (NC/m), toneladas de cana por hectare (TCH) e Tonelada ATR por hectare (TAH), obtiveram valores acima de 12%, sendo que o DC e TAH alcançaram o menor (CV = 5,07%) e maior valor (CV = 19,53%), respectivamente.

As características analisadas neste experimento de campo, apresentaram coeficientes de variação classificados por Pimentel Gomes (2000), como de alta a boa precisão.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento dos colmos (CC), diâmetro médio dos colmos (DC), número de colmos industrializáveis por metro (NC/m), tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e Tonelada ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013)

FV	GL	CC (m)	DC (cm)	NC/m (unid/m)	TCH (t.ha <sup>-1</sup> )	ATR (kg.t <sup>-1</sup> )	TAH (t.ha <sup>-1</sup> )
Bloco	2	0,083	0,017	4,714	714,57ns	232,07ns	1,889ns
Tratamento	6	0,348	0,024	2,056	1441,20*	360,141	39,891*
Resíduo	12	0,1273	0,024	2,384	599,62	122,616	11,76
CV (%)		12,68	5,07	12,93	18,68	8,29	19,53

\* - Significativo (\*) e não significativo (ns) ao nível de 5% de significância pelo teste F.

Os resultados apresentados na tabela 4, relacionados as variáveis biométricas avaliadas no experimento, comprimento dos colmos industrializáveis, diâmetro médio de colmos e número de colmos por metro e ATR, não distinguiram-se estatisticamente pelo teste de médias.

A média geral do comprimento de colmos industrializáveis dos genótipos avaliados, foi de 2,81m. Resultado semelhante foi observado por Carmo Neto et al, (2011), ao identificar também o menor potencial de crescimento da variedade IAC

862480, em avaliação do desempenho de 15 genótipos de cana-de-açúcar na região sul do Estado do Tocantins.

Tabela 4 – Médias estimadas para as variáveis: comprimento dos colmos (CC), diâmetro médio dos colmos (DC), número de colmos industrializáveis por metro (NC/m), tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e Tonelada ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013)

Variedades	CC (m)	DC (cm)	NC/m (und/m)	TCH (t.ha <sup>-1</sup> )	ATR (kg.t <sup>-1</sup> )	TAH (t.ha <sup>-1</sup> )
RB835486	2,95	3,20	12,16	163,16 a	135,07	22,06 a
RB855113	2,85	3,05	12,40	146,28 ab	140,12	20,33 ab
SP791011	2,71	3,11	13,49	131,62 ab	117,83	15,47 ab
RB72454	2,77	3,03	11,61	130,21 ab	145,01	18,83 ab
RB867515	3,12	3,12	11,36	128,20 ab	141,33	18,07 ab
RB855536	3,14	3,01	11,49	127,17 ab	137,16	17,34 ab
IAC862480	2,14	2,91	11,05	91,11 b	118,62	10,81 b
Média	2,81	3,06	11,93	131,10	133,59	17,56

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A média geral do experimento relacionada a variável diâmetro médio dos colmos (DC), foi de 3,06 cm, variando de 2,91 cm para a variedade IAC 862480 a 3,20 cm para a variedade RB 835486, como mostra na tabela 4.

Oliveira (2012) avaliando as variedades de cana-de-açúcar em Jaíba – MG, observou diâmetros médios dos colmos de 2,1 cm e 2,4 cm, para as variedades RB 867515 e RB 72454 respectivamente. Esses valores ficaram bem abaixo, quando comparados com as mesmas variedades do presente estudo, RB 867515 (3,12 cm) e RB 72454 (3,03 cm). Cesnik; Miocque (2004), afirmaram que o diâmetro dos colmos é uma característica intrínseca de cada genótipo, sendo pouco influenciada pelo ambiente de produção. Contudo, comparando este estudo ao de Oliveira (2012), o desenvolvimento do diâmetro médio dos colmos para as duas variedades se mostraram aparentemente influenciados pelas condições edafoclimáticas locais, o que confirma o observado por Macêdo et al, (2012) e Arantes (2012). Esses autores constataram que além das características intrínsecas das variedades, o diâmetro médio dos colmos oscilou também em função do ambiente de produção, bem como das condições de manejo da cultura.

A média geral do experimento para a variável número de colmos por metro (NC/m), foi de 11,93, sendo que as variedades SP 79 1011 e IAC 86 2480, obtiveram maior (13,49) e menor valor (11,05), respectivamente. Nota-se portanto, uma variação de 2,44 colmos por metro linear, o equivalente a uma diferença de 18.769 colmos por hectare. Resultados semelhantes foram obtidos por Landell et. al. (1999), ao avaliar clones da IAC da série 82 da região de Ribeirão Preto, São Paulo. Santana (2012) avaliando variedades de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação, obteve resultados inferiores a este trabalho, quando observou que o maior número de colmos por metro foi de 11,89, obtida pela variedade IAC 86 2480, a qual teve menor valor no presente estudo.

Miocque (1999) avaliando a influência na produção de colmos, pode observar que, variedades com maior estatura de colmo tenderia a uma maior produção de massa por colmo.

Silva et al, (2008) avaliando 80 genótipos de cana-de-açúcar, observaram que as maiores produtividades foram observadas nos genótipos que apresentaram maiores padrões biométricos, como número de colmos por metro e altura. Resultados semelhantes foram obtidos por Capone et al, (2001).

As características comprimento dos colmos, diâmetro médio dos colmos e o número de colmos por metro, mostraram ter relação direta na produtividade agrícola do presente trabalho.

A produtividade média das variedades analisadas no experimento foi de 131,10 t.ha<sup>-1</sup>, porém a produtividade da variedade RB867515, considerada referência neste estudo, ficou abaixo da média. A RB835486 destacou-se pela maior produtividade alcançada (163,16 t.ha<sup>-1</sup>), e a IAC862480, demonstrou ser a menos produtiva, atingindo 91,11 t.ha<sup>-1</sup>. O grupo de variedades que obteve produtividades intermediárias foram: RB855113, SP791011, RB72454, RB867515 e RB855536. A média geral deste experimento foi similar a média encontrada em estudos realizados por Gava et al, (2010), onde avaliaram também as variedades RB 867515, RB 855536 e SP 803280 em Jaú – SP, e obtiveram a produtividade média de 132,2 t.ha<sup>-1</sup>.

De forma geral, os resultados obtidos da produtividade média de cada variedade nesse experimento, superaram os dados apresentados por Doorembo; Kassam (1994), com exceção da variedade IAC862480.

No Brasil a média de produtividade da safra 2013/2014 foi de 74,89 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013). Nota-se que todas as variedades avaliadas neste trabalho, atingiram médias em valores absolutos de TCH, superiores à média nacional.

Carmo Neto et al, (2011), avaliando 15 variedades de cana-de-açúcar na região sul do Estado do Tocantins, constatou que a produtividade média do experimento foi de 126,70 t.ha<sup>-1</sup>. Verificou que as variedades RB 835486 (146,09 t.ha<sup>-1</sup>) e a RB 867515 (145,49 t.ha<sup>-1</sup>), foram as mais produtivas, porém a IAC 862480 (88,13 t.ha<sup>-1</sup>) foi a que teve menor produtividade.

Comparando os resultados de produtividade das mesmas variedades do presente estudo, com os obtidos por Carmo Neto et al, (2011), verifica-se que os resultados do segundo tiveram produtividades inferiores para as variedades RB 835486 e IAC 862480 e superior para RB 867515. Contudo o resultado de Carmo Neto et al, (2011), é similar quanto ao desempenho da variedade IAC 862480, que demonstrou baixa produtividade tanto para as condições da região do sul, quanto central do Estado do Tocantins. Este resultado reforça a importância de aferir o potencial genético de cada variedade de cana-de-açúcar em cada ambiente de produção.

O açúcar total recuperável (ATR) é um dos principais parâmetros avaliados, porque é em função dele que produtores são remunerados pela matéria-prima as unidades industriais (CONSECANA, 2006).

A média de ATR do experimento foi de 133,6 kg.t<sup>-1</sup>, sendo similar a média obtida na safra 2012/2013 no estado de São Paulo (135,7 kg.t<sup>-1</sup>), maior produtor da cultura no país (CONAB, 2013).

As variedades que tiveram maiores e menores índices de ART, foram a RB 72454 (145,01 kg.t<sup>-1</sup>) e SP 791011 (117,83 kg.t<sup>-1</sup>), conforme pode ser visualizado na tabela 5 e figura 3.

Batista (2013), avaliando as variedades RB 86 7515 e RB 85 5536, em regime sequeiro e irrigado sob condições de solo de cerrado, não verificou diferença significativa entre as variedades em mesmo regime hídrico, porém observou diferença entre regimes para a variedade RB 85 7515. Essa variedade chegou a produzir ATR com índice de 121,37 kg.t<sup>-1</sup> em regime irrigado e 115,69 kg.t<sup>-1</sup> em sequeiro. Já para a variedade RB 85 5536, os índices foram 119,76 kg.t<sup>-1</sup> (irrigado) e 112,87 kg.t<sup>-1</sup> (sequeiro), ambos níveis abaixo dos encontrados neste trabalho.

Ao investigar variedades de cana-de-açúcar, na microrregião central de Pernambuco, Souza et al, (2012) encontraram a média geral de ATR de 136,03 (kg.t<sup>-1</sup>),



um pouco superior à obtida neste estudo. Contudo a variedade SP 791011 se mostrou melhor nesse ambiente de produção e foi uma das mais produtivas em ATR (141,81 kg.t<sup>-1</sup>), sendo superior numericamente as variedades RB 867515 (138,73 kg.t<sup>-1</sup>) e RB 72454 (135,77 kg.t<sup>-1</sup>).

A tonelada de ATR por hectare (TAH) apresentado na tabela 5, representa a interação entre produtividade (TCH) e qualidade da matéria-prima (ATR), e o seu valor refere-se ao potencial da variedade de cana-de-açúcar para a produção de etanol.

A TAH média das variedades analisadas no experimento foi de 17,56 t.ha<sup>-1</sup>, e a variedade RB 867515, considerada referência neste estudo, ficou acima da média.

A variedade mais produtiva, RB 835486, destacou-se também pela maior TAH (22,06 t.ha<sup>-1</sup>), assim como a menos produtiva, IAC 862480, foi a que teve menor TAH, totalizando apenas 10,81 t.ha<sup>-1</sup>. O grupo de variedades que obtiveram valores de TAH intermediários foram: RB 855113, SP 791011, RB 72454, RB 867515 e RB 855536.

Sabendo que 1 (um) litro de etanol hidratado corresponde a 1,6761 kg de ATR (CONSECANA, 2006), logo a produção esperada de etanol hidratado utilizando a média de TAH do experimento é de 10,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

A variedade RB 835486 apresentou maior média de TAH (22,06 t.ha<sup>-1</sup>) sendo 51% superior a variedade IAC 862480 com média (10,81 t.ha<sup>-1</sup>), com isto a produção esperada de etanol hidratado para estas variedades são, 13,61 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 6,45 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

As variedades estão apresentadas na figura 2, em ordem decrescente quanto à produtividade (TCH), as quais diferiram estatisticamente para este carácter. Contudo observa-se que para ATR apesar do comportamento variável, não apresentou diferença entre as médias.

Nota-se que as variedades RB 835486, RB 855113 e SP 791011 tiveram valores de ATR, abaixo da TCH e as variedades RB 72454, RB 867515, RB 855536 e IAC 862480, apresentaram valores de ATR superior ao da produtividade.

Uma variedade pode ser mais produtiva que outra, no entanto algumas vezes, pode não refletir essa superioridade sobre outra, em escala industrial. Para que uma variedade se sobressaia sobre outra variedade, é necessário ter boa produtividade, além de ter também bons índices de qualidade. Apesar da variedade IAC 862480 não ter tido um bom desempenho geral, ela serve de exemplo para este fato, uma vez que destacou-se pela elevada relação ATR/TCH. Sendo assim, a variedade menos produtiva (IAC

862480), foi a que obteve maior relação ATR/TCH, que correspondeu a 1,30, enquanto que a mais produtiva (RB 835486) teve a menor relação, o equivalente a 0,82.

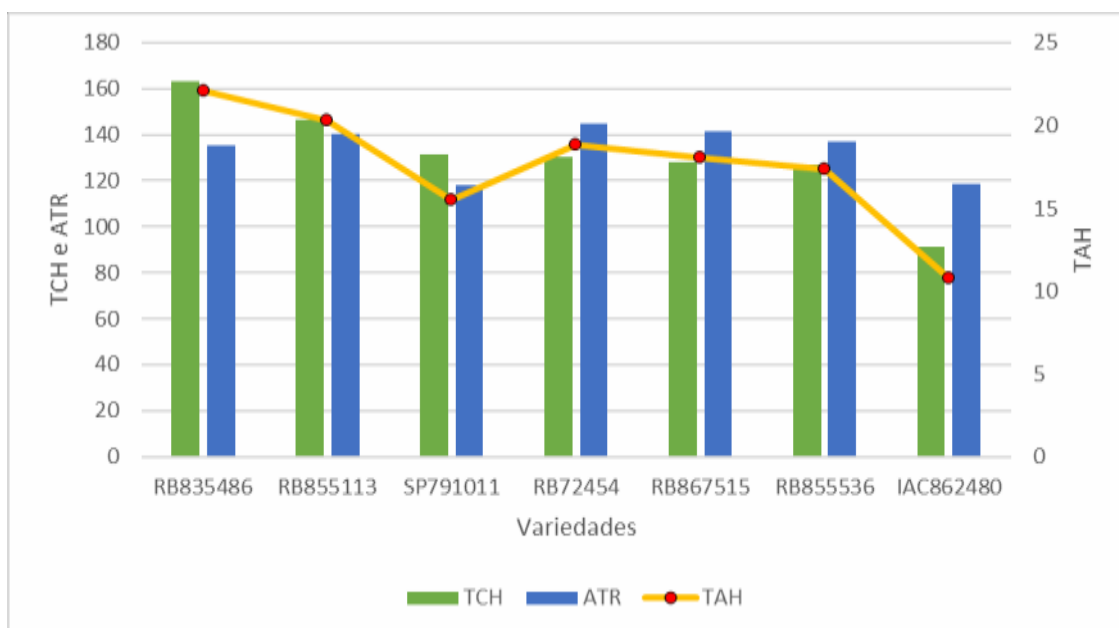


Figura 2 - Comparativo entre as variedades analisadas em relação variáveis tonelada de colmos por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e tonelada de ATR por hectare (TAH), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

As destilarias e usinas do setor sucroalcooleiro, tem como objetivo, maximizar a produtividade, reduzir custos e viabilizar a melhoria da qualidade da matéria-prima e dos produtos finais. Para isso é necessário que as áreas agrícola e industrial trabalhem juntas para que se tenha uma maior rendimento industrial (FERNANDES, 2003)

O valor pago pelas unidades industriais aos produtores é referenciado pela quantidade entregue de ATR. O valor médio de 1 kg de ATR pago na safra 2012/2013 em São Paulo, foi de R\$ 0,46 (ÚNICA, 2014).

Com isso, baseando-se na produção de TAH e no valor médio do ATR, a tabela 5 apresenta a receita média esperada de cada variedade por hectare, referente ao ano safra 2012/2013.

A receita média esperada por hectare considerando todas as variedades seria de R\$ 8.033,79 por hectare, sendo que as variedades mais rentáveis seriam a RB 835486 e RB 855113, com receitas de R\$ 10.152,91 e R\$ 9.356,93 por hectare, respectivamente.

Tabela 5 – Médias estimadas para Tonelada ATR por hectare (TAH) e receita média esperada por hectare (R\$.ha<sup>-1</sup>), em Paraíso do Tocantins – TO (2012/2013)

Variedades	Receita <sup>1</sup> (R\$.ha <sup>-1</sup> )
RB 835486	10.152,91 a
RB 855113	9.356,90 a
SP 791011	7.120,34 ab
RB 72454	8.665,03 ab
RB 867515	7.985,13 ab
RB 855536	7.979,41 ab
IAC 862480	4.976,76 b
Média	8.033,79

<sup>1</sup> O cálculo da receita média esperada: Receita (R\$.ha<sup>-1</sup>) = TAH x R\$ 0,46 x 1.000

A variedade com menor receita esperada refere-se a IAC 862480, cujo valor corresponderia a R\$ 4.976,76 por hectare. O grupo de variedades que obtiveram receitas com valores intermediários foram: SP 791011, RB 72454, RB 867515 e RB 855536, porém todas ficariam com receitas superiores ao da média geral do experimento.

Resultados relacionando a receita bruta esperada encontrados por Souza et al, (2012), foram inferiores a esse trabalho os autores avaliaram 15 variedades e 11 clones de cana-de-açúcar nas condições edafoclimáticas da região central do Estado de Pernambuco, adotando o valor de R\$ 0,50 para o kg de ATR, os melhores resultados foram para as variedades, RB 92579 e RB 93509, com receita bruta esperada de R\$ 6.604,57 e 6.030,49, respectivamente.

#### **4. CONCLUSÕES**

A variedade IAC 86 2480, foi a única que teve suas médias para cada uma das características avaliadas, abaixo da média geral das variedades.

Todas as variedades analisadas alcançaram produtividade acima da média do experimento, com exceção da IAC 862480, contudo destacou-se pela maior relação ATR/TCH.

As variedades RB 835486, RB 855113, RB 72454, RB855536, RB 867515 e IAC 791011 foram as apresentaram maiores produtividades de massa e de ATR por área.

A variedades RB 835486 e RB 855113 se destacaram como as mais promissoras na região Central do Estado do Tocantins, em plantio de inverno para primeiro corte (cana planta).

#### **Agradecimentos**

Ao IFTO Câmpus Paraíso, por destinar a área experimental e toda logística para a realização do trabalho;

Ao Câmpus Universitário de Gurupi da UFT, pela disponibilização das mudas das variedades de cana-de-açúcar;

Ao Laboratório de Agroenergia, Uso do Solo e Mudanças Ambientais – LAMAM do Câmpus Universitário de Palmas da UFT;

À Usina CRV Industrial de Carmo do Rio Verde – Goiás, pela realização das análises tecnológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, M. T. **Potencial de cultivares de cana-de-açúcar sob os manejos irrigado e sequeiro**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2012.
- BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125 f. Dissertação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília-DF, 2013
- CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: **Produção da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1993. P. 31-64.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.
- CAPONE, A. Avaliação do comportamento de quize cultivares de cana-de-açúcar na região sul do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 3, p. 72-80, ago. 2011.
- CARMO NETO, O. V., et al, Desempenho de genótipos de cana-de-açúcar em três cortes na região Sul do Estado do Tocantins. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.4, p. 19 – 27, out/dez, 2011.
- CARVALHO, S. A. D.; FURTADO, A. T. O melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil e o desafio das mudanças climáticas globais. **Revista Gestão e Conexões**, Vitória, v.2, n.1, jan/jun/2013, p. 22-46.
- COLLICCHIO, E. **Zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar e as implicações climáticas no estado do Tocantins**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2008.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Terceiro levantamento: cana-de-açúcar – safra 2013/2014**. Dez/2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_12\\_20\\_10\\_56\\_08\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_dez\\_2013\\_3o\\_lev\\_-\\_original.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_portugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf)> Acesso em: 15 dez. 2013.
- CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba, 2006. 112p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390p.
- DIAS, C. M. O. **Indicadores fisiológicos, fitotécnicos e agroindustriais de variedade de cana-de-açúcar cultivada sob duas condições hídricas**. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2011.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33

ELBEHR, A.; SEGERSTEDT, A.; LIU, P. Crops for biofuels: economic and technical assessment for sustainable production and utilization. In: \_\_\_\_\_. **Biofuels and the sustainability challenge: a global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks**. Rome: FAO, chap. 1, p. 15-48, 2013.

EMBRAPA. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. MANZATTO, C. V. et al, (Org.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.: il. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 110) disponível em: <[http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_cana\\_de\\_acucar/ZonCana.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/ZonCana.pdf)> Acesso em: 10 nov. 2013.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2. ed. Piracicaba: STAB, 2003.

FILHO, A. V. **O Brasil no contexto energético mundial**. Núcleo de análise interdisciplinar de políticas e estratégias da Universidade de São Paulo – USP. (NAIPPE). V.6, 23p. 2007. Disponível em: <[http://www.naippe.fm.usp.br/arquivos/livros/Livro\\_Naippe\\_Vol6.pdf](http://www.naippe.fm.usp.br/arquivos/livros/Livro_Naippe_Vol6.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2013.

GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. C.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KOLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejo de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Rev. Brasileira de Eng. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.3, p. 250-255, 2011.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estud. Av.**, São Paulo, v. 21, n. 59, Apr. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10 dez. 2013.

IPCC. **IPCC WG1 fourth assessment report**. Paris, 2007. 21p. Disponível em: <<http://www.ipcc>>. Acesso em: 15 set. 2013.

IPCC. **IPCC WG1 fifth assessment report**. Suíça, 2013. 27p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

LANDELL, M. G. de A. et al, Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo roxo da região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, Agrônômico, v. 58, n.2, p.269-280, 1999.

LANDELL, M. G. de A. et al, **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. 36 p. (IAC. Boletim Técnico 193).

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, p. 18-23, 2004.

LEITE, M. S. O. **Análise multiambientais visando a recomendação regionalizada de clones de cana-de-açúcar**. 2011. 72 f. Tese (Doutorado em genética e melhoramento). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, 2011.

MACÊDO, G. A. R.; COSTA, É. L., VIANA, M. C. M., FERREIRA, J. J.; PIRES, J. F.; FREIRE, F. M. Características agronômicas e químicas das variedades de cana-de-açúcar RB83-5486 e RB86-7515 sob irrigação e sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.6, p. 599-603, 2012

MATSUOKA, S. et al, Variedades de cana: minimizando riscos e adoção. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**. Piracicaba, v.17, n. 1, p. 18-19, 1998.

MIOCQUE, J. Avaliação de crescimento e de produtividade de matéria verde da cana-de-açúcar na região de Araraquara-SP. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 17, p. 45-47, 1999.

NASCIMENTO, R.; TANNO, W.Q.; ROSA, J. H.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Estudo dos comportamentos de variedades e clones de cana-de-açúcar na região de Monte Belo-MG: três épocas de colheita. **Anais...** In: VIII CONGRESSO NACIONAL DA STAB, Recife, 2002, p. 331-336.

OLIVEIRA, F. M. de et al, Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, Dec. 2012 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2012000600014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000600014)> Acesso em: 09 nov. 2013.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

RIBEIRO, R. M.; DIAS, L. A. dos S.; BERGER, P. G.; DIAS, D. C. F. dos S. **Agroenergia**: na mitigação das mudanças climáticas globais, na segurança energética e na promoção social. Viçosa: Suprema, 2011, 201 p.

RIDESA. Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. **Censo varietal 2012/2013**: renovação x muda. Seminário regional sobre cana-de-açúcar. Olinda, 2013. 87 sl.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995, 101 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 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, 2012.

SEPLAN, Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. **Atlas do Tocantins**: Subsídios ao planejamento da gestão territorial. 3. Ed. Palmas: SEPLAN, 49p

SILVEIRA, L.C.I. da; BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W. de. Manejo de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.217, p.25-32, 2002.

SILVA, G.; STRACHMAN, E. **Cadeias produtivas do setor sucroalcooleiro: Etapas e mudanças tecnológicas em produtos e processos**. Araraquara: UNESP. 2013. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_36833900850.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_36833900850.pdf)>. Acesso em: 10 de nov. 2013.

SILVA, M. de A. et al, Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 65, n. 6, Dec. 2008 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162008000600008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162008000600008)>. Acesso em: 18 dez. 2013

SOUZA, P. H. N. de et al, Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na microrregião Centro de Pernambuco. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, oct. 2012. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2012000500013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000500013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 22 fev. 2014.

ÚNICA. **Evolução do preço médio do ATR no estado de São Paulo, safra 2012/2013**. 2014. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=60>> Acesso em: 22 fev. 2014.



## CAPÍTULO 3

### **Avaliação tecnológica e de produtividade de variedades de cana-de-açúcar, visando a produção de etanol, na região central do Estado do Tocantins**

#### **RESUMO**

Há uma busca permanente por variedades que se adaptem às condições locais de produção, cujas principais características almeçadas são a alta produtividade e bons índices tecnológicos, responsáveis pela qualidade da matéria-prima. Para suprir esta necessidade, a literatura elenca diversos estudos relacionando o desempenho de variedades com a interação dos fatores edafoclimáticos de cada especificidade. Desta forma, objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade tecnológica e produtiva de variedades de cana-de-açúcar, avaliadas em condições edafoclimáticas da região central do Estado do Tocantins, visando a obtenção de etanol. O experimento foi conduzido no município de Paraíso do Tocantins, onde foi realizada a avaliação das variedades, RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, IAC 862480 e SP 791011, no período do ano safra de 2012/2013. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 7 tratamentos (variedades) e 3 repetições, tendo sido avaliadas na condução de cana planta, as seguintes variáveis: Produtividade (TCH), °Brix (% caldo), POL do caldo (%), PC da cana (%), Fibra (%), AR do caldo (%), Pureza (%), Açúcares redutores totais (ATR), Toneladas de POL por hectare (TPH) e produção estimada de álcool hidratado (AHE). Na análise dos resultados, as variáveis °Brix, POL, PC, Fibra, Pureza, AR e ATR não diferiram entre si, contudo foi detectada diferenças entre as variedades, para as variáveis TCH, TPH e AHE. A variedade RB 835486 foi a mais produtiva (TCH) e destacou-se quanto à produção de etanol hidratado esperado por hectare (AHE).

**Palavras-chave:** Qualidade, melhoramento genético, álcool

## **Avaliation technological and productivity of varieties of sugarcane for ethanol production, in the region central state of Tocantins**

### **ABSTRACT**

There is a continuing search for varieties that are adapted to local production conditions, and the main features looked for are high productivity and good technological indices, responsible for the quality of the raw material. In order to meet this need, literature lists several studies relating the performance of varieties with the interaction of edaphoclimatic factors of each specificity. Thus, the goal of this study was to evaluate the technological and productive varieties of cane sugar, valued ecological conditions of the central Tocantins in order to obtain ethanol. The experiment was conducted in the municipality of Paraíso do Tocantins, in which evaluation of varieties, RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, 862480 and SP 791011 IAC was performed during the crop year 2012/2013 . The experimental design was randomized in blocks with 7 treatments ( varieties ) and 3 replications were evaluated in conducting plant cane , the following variables : Productivity ( TCH ) , Brix ( % juice ) , broth POL ( % ) , PC sugarcane ( % ) , fiber ( % ) , AR broth ( % ) Purity ( % ) , total reducing sugars ( TRS ) , Tons of POL per hectare ( TPH ) and estimated production of hydrous ethanol ( AHE ). In analyzing the results, Brix, POL, PC, Fiber, Purity, AR and ATR variables had not differed , however, there were differences among varieties for TCH, TPH and AHE variables. The RB 835 486 variety was the most productive (TCH) and stood out as the expected production of hydrous ethanol per hectare (AHE).

**Key words:** Quality; Genetic improvement; alcohol

## 1 - INTRODUÇÃO

A procura progressiva pela substituição total ou parcial da utilização dos combustíveis fósseis por renováveis, contribuiu para o aumento do uso do etanol e do biodiesel (IEA, 2013).

Na atualidade, o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar é uma das melhores opções entre as fontes de energia renováveis, pois além de ter alta produtividade é economicamente competitivo, quando comparado com a gasolina além de ter boa aceitação no mercado consumidor (GUIMARÃES et al, 2010).

A produção de etanol da cana-de-açúcar no ano safra 2013/2014, atingiu 27,66 bilhões de litros, sendo 16,98% superior à produção da safra anterior.

O etanol anidro teve uma elevação na sua produção em 19,04%, e o etanol hidratado utilizado em veículos “*flex-fuel*”, mais produzido no país, o aumento foi de 15,51%, com uma produção de 15,93 bilhões de litros (CONAB, 2013).

A cultura da cana-de-açúcar tem papel fundamental no agronegócio brasileiro, já que o país é o maior produtor em escala mundial. Na safra 2012-2013, o país produziu mais de 588 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com estimativa de crescimento de 12% para a safra 2013/2014 (CONAB, 2013).

No Brasil, a cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para geração de energia alternativa, em contraponto ao uso dos combustíveis fósseis.

O cultivo da cana-de-açúcar para produção de etanol é realizado principalmente nas regiões centro-sul e nordeste do país. Para o bom desenvolvimento da cana-de-açúcar, a cultura necessita de alta intensidade luminosa, temperatura variando entre 25 e 35 °C para as fases de brotação, perfilhamento e crescimento, e em média de 20 °C para maturação, e de 1500 a 2500 mm de lâmina d’água bem distribuídos ao longo do período (DOORENBOS; KASSAM, 1994; SEGATO et al, 2006).

Além das condições edafoclimáticas exercerem interferências nas fases de desenvolvimento, estágio de maturação e na produtividade da cultura, o próprio ciclo de maturação da variedade também modula seu desempenho produtivo, revelando a necessidade de seu conhecimento, para que a colheita ocorra com graus de aproveitamento máximo, garantindo níveis ideais de qualidade industrial e alta produtividade (LANDELL; BRESSANI, 2008).

A maturação é influenciada por diversos fatores de produção como: temperatura, luz, disponibilidade hídrica, tratos culturais e variedades cultivadas, que refletem nos

parâmetros tecnológicos: °Brix, POL, pureza, açúcares redutores e índice de maturação (CESAR et al, 1987; MAULE et al, 2001).

A avaliação de parâmetros tecnológicos industriais que verificam a qualidade da matéria-prima, é realizado a partir da extração do caldo da cana. Segundo metodologia descrita pelo CONSECAN (2006), os parâmetros tecnológicos PBU, °Brix e POL, são determinados em laboratório e servem como base para cálculos das equações que determinam os parâmetros de fibra, POL da cana, pureza, açúcar redutor e açúcar total recuperável (ATR). Para Fernandes (2000), esse conjunto de parâmetros demonstram as distinções entre as variedades, sendo um dos principais fatores no processo de seleção para programas de melhoramento genético.

Existem vários trabalhos desenvolvidos sobre o desempenho da cultura da cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do país, relacionando produtividade e os aspectos que determinam a qualidade agroindustrial de variedades, em relação aos distintos ambientes de produção (TASSO JUNIOR, 2011; MELO et al, 2009; LANDELL; BRESSIANI, 2008; SANTOS et al, 2004). Contudo as novas fronteiras agrícolas necessitam de mais informações técnicas e científicas sobre o comportamento da cultura nessas condições ambientais.

Uma das novas fronteiras agrícolas para o setor sucroenergético, o Estado do Tocantins, recebeu a instalação de sua primeira unidade industrial de processamento de cana-de-açúcar para a fabricação de etanol hidratado em 2011 (SOUTO, 2013)

De acordo com o levantamento realizado por Collicchio (2008), pode-se destacar três regiões com potenciais ao cultivo da cultura da cana-de-açúcar no Estado: a região Central, Sul e Sudeste. Dentre eles destaca-se a região central, tendo cerca de 3700 km<sup>2</sup> de solo com aptidão favorável. Esta região será beneficiada por três diferentes modais de transporte, sendo: BR 153, Ferrovia Norte-Sul e Hidrovia Tocantins-Araguaia. O autor destaca ainda que, o possível potencial produtivo da região central, poderia atender a nove unidades industriais padrão, com possibilidade de produção média de aproximadamente 1,4 milhões de m<sup>3</sup> de etanol por safra.

Tanto para Collicchio (2008), quanto para a Embrapa (2009), um dos fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura é a deficiência hídrica dos solos da região, fato que pode ser contornado com complementação hídrica via irrigação.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade tecnológica e produtiva de variedades de cana-de-açúcar, avaliadas sob as condições edafoclimáticas da região central do Estado do Tocantins, visando a obtenção de etanol.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização da área experimental**

A área experimental onde foi conduzido o presente trabalho está localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado do Tocantins, Câmpus Paraíso do Tocantins (IFTO), na cidade de Paraíso do Tocantins - TO.

O IFTO Campus Paraíso fica localizado a 10°16'01" Latitude Sul e 48°53'18" de Longitude Oeste, à 321 metros de altitude, bairro Vila Santana, as margens da rodovia BR 153, no km 480, distante 80 km da capital Palmas.

O clima da região é classificado como tropical úmido (classificação climática de Kopper-Geiger: AW), temperatura média anual de 25° C, precipitação média anual é de 1700 mm, com duas estações bem definidas, sendo o período seco entre maio a setembro e chuvoso entre outubro a abril (SEPLAN, 2003).

### **2.2 - Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, contendo sete variedades e três repetições, totalizando 21 parcelas, cada parcela foi composta de cinco linhas com cinco metros de comprimento cada, com espaçamento de 1,3 entre linhas, perfazendo um total de 26 m<sup>2</sup> área de cada parcela.

As três linhas centrais da parcela, foram consideradas como área útil para efeito de coleta de dados agronômicos e tecnológicos, descartando se 1,5 m em cada extremidade das linhas, estabelecendo assim área útil de 7,8 m<sup>2</sup> em cada parcela.

As variedades utilizadas no plantio foram: RB 72454, RB 835486, RB 855113, RB 855536, RB 867515, IAC862480 e SP 7010, as quais foram oriundas da unidade experimental do Câmpus de Gurupi da Universidade Federal do Tocantins (UFT), na cidade de Gurupi – TO. Essas variedades foram escolhidas por estarem entre as mais cultivadas no centro-sul do país e principalmente em regiões do bioma cerrado.

### **2.3 - Condução do experimento**

A condução do presente experimento ocorreu no período de 21 de junho de 2012 a 05 de julho de 2013.

O solo da área experimental classificado como Latossolo vermelho-amarelo, classe textural argila arenosa, foi preparado a partir do dia 21 de junho de 2012. Inicialmente o solo foi arado, gradeado e em seguida foi aplicado o calcário dolomítico (PRNT = 90%), na proporção de 1,5 toneladas por hectare, distribuídos a lanço e incorporado com grade.

No dia seguinte, após a incorporação do calcário, o solo foi sulcado à uma profundidade de 30 cm, no espaçamento de 1,30 m entre sulcos.

A adubação de plantio ocorreu logo após a abertura dos sulcos na profundidade de 30 cm, na proporção de 600 kg/ha do adubo com fórmula química 4-30-16 (N-P-K). Após a aplicação do adubo, o mesmo foi coberto com terra cobrindo entre 7 a 10 cm.

O plantio dos toletes de cada variedade, ocorreu no mesmo dia da adubação, onde utilizou-se mudas de cana-de-açúcar com idade de 12 meses.

As mudas foram distribuídas manualmente nos sulcos, cruzando-se “pé com ponta”, perfazendo um total de 15 a 18 gemas por metro linear. Em seguida as mudas foram picadas em toletes de 3 a 5 gemas cada, com auxílio de um facão, e a cobertura dos toletes foi realizada colocando-se de 7 a 10 cm de solo destorroado sobre as mudas.

Os tratos culturais empregados na condução do experimento foram: a capina manual, adubação de cobertura e irrigação.

As capinas manuais foram realizadas todas as vezes que necessário, visando eliminar a competição de plantas daninhas. A adubação de cobertura ocorreu 120 dias após o plantio, com adubo formulado 20-05-15 (N-P-K), na proporção de 400kg/há.

A irrigação foi realizada com lâmina de 35 mm semanal dividida em 3 aplicações, a mesma ocorreu até a estabilidade das chuvas em outubro.

### **2.3 - Coleta e análise de dados**

As avaliações das variáveis estudadas foram realizadas nas condições de cana-planta, cujas amostras foram feitas no dia 05 de julho de 2013 (época da colheita).

As coletas das amostras em cada parcela, foram referentes a variável produtividade e as variáveis tecnológicas industriais da cultura, para cada variedade.

### 2.3.1 - Produtividade (TCH)

A produtividade da cultura que é representada pela tonelada de cana por hectare (TCH), foi medida a partir da pesagem de todos os colmos industrializáveis, despalhados e despontados.

### 2.3.2 - Variáveis tecnológicas

Para avaliação das variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar, foram coletados 10 colmos industrializáveis aleatoriamente na área útil em cada parcela, cortando-as rentes ao solo até o despontamento da gema apical. Em seguida foram despalhadas, despontadas e identificadas.

No dia posterior ao da colheita (06/07/2013), esse material foi encaminhado para a realização da análise dos dados tecnológicos na unidade industrial CRV Industrial, localizado na cidade de Carmo do Rio Verde, Estado de Goiás.

A usina CRV Industrial seguiu a metodologia descrita pelo CONSECAN (2006).

Na primeira fase foram obtidos os valores analíticos básicos: a) °Brix; b) POL do caldo (%) e c) Peso do Bagaço Úmido (PBU).

Esses valores serviram de base para a realização dos cálculos analíticos das variáveis tecnológicas elencadas a seguir: a) Fibra (F); b) POL da cana (PC); c) Tonelada de POL por hectare (TPH); d) Pureza (Q); e) Açúcares redutores do caldo (AR); f) Açúcares redutores da cana (ARC); g) Açúcares redutores totais do caldo (ART) e h) Açúcar total recuperável (ATR).

Para o cálculo da tonelada de POL por hectare (TPH) utilizou-se a equação:

$$\text{TPH} = (\text{TCH} \times \text{PC}) / 100$$

Além disso, foi realizada a estimativa de produção de álcool hidratado esperado (AHE), baseado na quantidade de ATR obtida na cana-de-açúcar. Para isso, utilizou-se a equação abaixo.

$$\text{AHE} = (\text{ATR}/1,6913) \times \text{TCH}/1000 \text{ (AHE em m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{)}$$

Onde, 1 litro de álcool hidratado corresponde a 1,6913 kg de ATR (CONSECANA, 2006)

### **2.3.3 - Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste f, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância, utilizando-se o programa software Assistat 7.6 beta.



### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se pelo teste de F, que não houve diferença significativa entre as variedades de cana-de-açúcar para as variáveis tecnológicas analisadas, porém constatou-se diferenças entre as variedades para a característica produtividade, dada pela variável tonelada de cana por hectare -TCH (Tabela 1).

De acordo com os resultados da análise de variância (ANOVA) apresentados na tabela 1, percebe-se que o coeficiente de variação (CV) para as variáveis tecnológicas °Brix, POL da cana (PC), fibra e pureza (Q), foram inferiores a 10%, classificados como baixo, por Pimentel-Gomes (2000). Para as variáveis produtividade, POL do caldo e açúcar redutor (AR), os coeficientes de variação obtidos foram de 18,68%, 12,34% e 11,54%, respectivamente, considerado um CV médio.

As características analisadas neste experimento de campo, apresentaram coeficientes de variação de 6,19% a 18,68%, classificados por Pimentel Gomes (2000), como de alta a boa precisão.

Tabela 1 - Resumo análise de variância para as variáveis, tonelada de cana por hectare (TCH), °Brix, POL do caldo, POL da cana (PC), fibra, pureza (Q) e açúcar redutor (AR), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

FV	GL	TCH (t ha <sup>-1</sup> )	° Brix (%)	POL (%)	PC (%)	Fibra (%)	Q (%)	AR (%)
Bloco	2	714,57	7,613	3,73	2,73	0,21	30,54	0,02
Tratamento	6	1441,20*	1,11 <sup>ns</sup>	4,14 <sup>ns</sup>	4,33 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	10,10 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	599,62	2,48	3,66	1,52	0,49	33,97	0,01
CV (%)		18,68	8,14	12,34	9,39	6,19	7,15	11,54

Significativo (\*) e não significativo (ns) ao nível de 5% de significância, pelo teste F.

Os resultados deste estudo coincidem com os resultados encontrados por Batista (2013), uma vez que avaliou as variedades RB 857515 e RB 855536, sob diferentes regimes hídricos, e não detectou diferença significativa entre variedades para os aspectos tecnológicos de °Brix, POL e pureza.

Com relação às médias dos valores das variáveis tecnológicas, visualizadas na Tabela 2, nota-se que o °Brix oscilou entre 18,56% a 20,23%, com média geral das variedades de 19,36%; a POL variou de 13,50 a 16,70%, e média geral de 15,50%, a fibra variou de 10,75% a 12,15%, sendo 11,34%, a média geral dos genótipos, pureza que oscilou entre 78,76% a 83,62%, com média de 81,51% e o AR obteve média geral de 0,88%, oscilando entre 0,77% a 0,95%.

Ripoli; Ripoli, (2004); Tuta (2013), relatam que para bom desempenho industrial de variedades de cana-de-açúcar nas unidades industriais, os mesmos devem apresentar parâmetros como: °Brix superior a 18%, a POL maior a 14%, pureza maior que 80% , o AR menor que 1% e a fibra entre 11 a 13%. Já Segato et. al. (2006) afirmam que o teor de fibra abaixo de 10,50%, são indesejáveis à indústria.

Sendo assim, os valores das variáveis tecnológicas obtidos neste trabalho (tabela 2), estão dentro do intervalo recomendado para industrialização da matéria-prima, seja para produção de açúcar ou de álcool (RIPOLI; RIPOLI, 2004; TUTA, 2013).

Para que a cana-de-açúcar chegue em condições ideais de processamento nas unidades industriais, com viabilidade econômica e níveis tecnológicos de qualidade é necessário que apresente POL da cana (PC), igual ou superior a 12,25 %. (CONSECANA, 2006). Neste sentido, observou-se que o valor médio do PC foi de 13,40%, ou seja, superior ao valor de referência.

Carmo Neto et. al. (2011) avaliando o desempenho de 15 genótipos no sul do Estado do Tocantins, não observou diferença significativa para o teor de sólidos solúveis (°Brix), entretanto, observou médias de °Brix de 23,02% para cana-planta. As variedades RB 835486 e RB 855453 obtiveram 24,16% (maior °Brix observado) e a variedade IAC 862480 com 21%, foi a que obteve menor °Brix, contudo os valores foram superiores ao deste estudo.

Valores relacionados a POL e semelhantes aos observados neste estudo, foram detectados por Landell et. al, (1999), ao avaliarem variedades de cana-de-açúcar em diferentes ambientes no estado de São Paulo.

Avaliando as variedades RB 855536 e RB 867515 em ambientes de cerrado Batista (2013), obteve valores de PC de 12,12% para a variedade RB 855536 sendo superior a variedade RB 867515 que atingiu PC de 11,93%. Os valores de PC obtidos pela autora foi inferior aos encontrados no presente estudo, embora os dois trabalhos estejam localizados em ambientes de cerrado. Esse fato reforça a necessidade de aferir o potencial agrotecnológico de cada variedade em cada ambiente de produção.

Rodrigues et. al. (2012) comparando o desempenho de variedades de cana-de-açúcar, também não encontrou diferença significativa entre os genótipos para as variáveis tecnológicas, °Brix; POL e fibra. Para o desempenho de fibra, os autores verificaram oscilação entre 11,80% e 12,93%, que correspondem a valores semelhantes ao presente estudo.

A média de pureza para todas variedades analisadas neste experimento, foram superiores a 78,76%, com média geral entre as variedades de 81,51%. Para o Estado de São Paulo maior produtor da cultura no país, assim como para as unidades industriais em diversos estados que utilizam a metodologia CONSECANA, só poderão recusar carregamentos de cana-de-açúcar se a pureza for inferior a 75%, desde que não haja iniciado o processo de descarga (CONSECANA, 2006).

No que se refere à produtividade média das variedades analisadas no experimento, verificou-se que atingiu 131,10 t.ha<sup>-1</sup>, porém a produtividade da variedade RB867515, considerada referência neste estudo, ficou abaixo da média. A RB835486 destacou-se pela maior produtividade alcançada (163,16 t.ha<sup>-1</sup>), e a IAC862480, demonstrou ser a menos produtiva, atingindo 91,11 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Observa-se que o grupo de variedades que obtiveram produtividades intermediárias foram: RB855113, SP791011, RB72454, RB867515 e RB855536.

Tabela 2 - Resumo análise de médias para as variáveis, tonelada de cana por hectare (TCH), °Brix, POL do caldo, POL da cana (PC), fibra, pureza (Q) e açúcar redutor (AR), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

Variedades	TCH (t ha <sup>-1</sup> )	° Brix (%)	POL (%)	PC (%)	Fibra (%)	Pureza (%)	AR (%)
RB 835486	163,16 a	19,36	15,40	13,27	10,93	79,46	0,91
RB 855113	146,28 ab	20,13	15,92	13,78	10,75	81,24	0,92
RB 72454	130,21 ab	20,23	16,70	14,37	10,98	82,17	0,82
RB 855536	128,20 ab	19,36	15,92	13,57	11,60	83,62	0,82
RB 867515	127,17 ab	18,90	16,64	14,05	12,15	82,05	0,77
SP 791011	131,62 ab	19,00	14,41	11,35	11,83	78,76	0,95
IAC 862480	91,11 b	18,56	13,50	11,56	11,18	83,30	0,98
Média	131,10	19,36	15,50	13,40	11,34	81,51	0,88

Nota: Dados seguidos pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Constatou-se pelo teste de F, que não houve diferença significativa entre os genótipos para a variável ATR, porém verificou-se diferença significativa, para as variáveis: tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado (AHE) (Tabela 3).

Pelos resultados da análise de variância apresentados na tabela 3, nota-se que a característica ATR apresenta CV abaixo de 10% e as variáveis TCH, TPH e AHE, valores acima de 10%, sendo o ATR e o TPH alcançaram o menor (CV = 8,29%) e

maior valor (CV = 20,15%), respectivamente. Esses valores indicam de alta a boa precisão, de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (2000).

Todas as variáveis tecnológicas analisadas neste trabalho, servem como base para o cálculo do ATR, o qual dentre as características averiguadas é uma das mais importantes tanto para indústrias, quanto para produtores, haja vista que essa variável assume relevante papel na formação do preço da matéria-prima entregue as unidades industriais (CONSECA, 2006).

Tabela 3 - Resumo análise de variância para as variáveis, açúcar total recuperável (ATR), tonelada de colmo por hectare (TCH), Tonelada de POL por hectare (TPH) e Álcool hidratado estimado por hectare (AHE), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

FV	GL	ATR (kg t <sup>-1</sup> )	TPH (t ha <sup>-1</sup> )	AHE (m <sup>3</sup> t <sup>-1</sup> )
Bloco	2	232,07	1,20696	0,6721
Tratamento	6	360,14 <sup>ns</sup>	40,0189*	14,202*
Resíduo	12	122,616	12,1169	4,1859
CV (%)		8,29	20,15	19,52

Significativo (\*) e não significativo (ns) ao nível de 5% de significância, pelo teste F.

A média de ATR constatada neste experimento apresentado na tabela 4, foi de 133,59 kg t<sup>-1</sup>, o que se assemelha-se a média nacional da safra 2012/2013 que atingiu em 135,7 kg t<sup>-1</sup>. Comparando com o ano safra 2013/2014, espera-se que o ATR seja reduzido para 133 kg t<sup>-1</sup> (CONAB, 2013).

Tabela 4 - Resumo análise de médias para as variáveis, açúcar total recuperável (ATR), tonelada colmo por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado por hectare (AHE), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

Variedades	ATR (kg t <sup>-1</sup> )	TPH (t ha <sup>-1</sup> )	AHE (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
RB835486	135,07	21,69 a	13,16 a
RB855113	140,12	20,00 ab	12,13 ab
RB72454	145,01	18,66 ab	11,23 ab
RB867515	141,33	17,96 ab	10,78 ab
RB855536	137,16	17,14 ab	10,34 ab
SP791011	117,83	14,91 ab	9,23 ab
IAC862480	118,62	10,55 b	6,45 b
Média	133,59	17,27	10,48

Nota: Dados seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de significância.

Com TCH de 163,16 t ha<sup>-1</sup>, TPH de 21,69 t ha<sup>-1</sup> e de 13,16 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de álcool esperado (AHE), a variedade RB 835486 apresentou-se superior à variedade IAC 862480, a qual obteve níveis de TCH de 91,11 t ha<sup>-1</sup>, TPH de 10,55 t ha<sup>-1</sup>, e uma projeção para a produção de etanol de 6,45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Pelos resultados obtidos no presente estudo (Tabela 4 e Figura 1), há um indicativo de que a produtividade (TCH) possui maior influência na produção de álcool hidratado esperado por hectare (AHE). Contudo a produção estimada de álcool hidratado no trabalho desenvolvido por Souza (2012), indica que nem sempre a variedade com maior TCH é que gera mais produtos finais (açúcar ou álcool). Sendo assim, deve-se levar em consideração na escolha de uma variedade, a relação do TCH e do ATR produzido.

As variedades estão apresentadas na figura 1, em ordem decrescente quanto aos valores de TPH (relacionado diretamente ao rendimento industrial), porém nota-se um mesmo comportamento com tendência decrescente das variáveis AHE e TCH.

Para a variável TPH (tonelada POL por hectare), a amplitude foi de 11,14 t ha<sup>-1</sup>, observando-se valores entre 10,55 t ha<sup>-1</sup> (IAC 862480) e 21,69 t ha<sup>-1</sup> (RB 835486).

A estimativa da produção de açúcar, é interpretada pelo TPH, que é o resultado do produto da produtividade (TCH) pela sacarose contida no colmo (PC). Conseqüentemente para que uma variedade consiga viabilizar uma boa produção de açúcar por hectare, deve ter elevado TCH e PC.

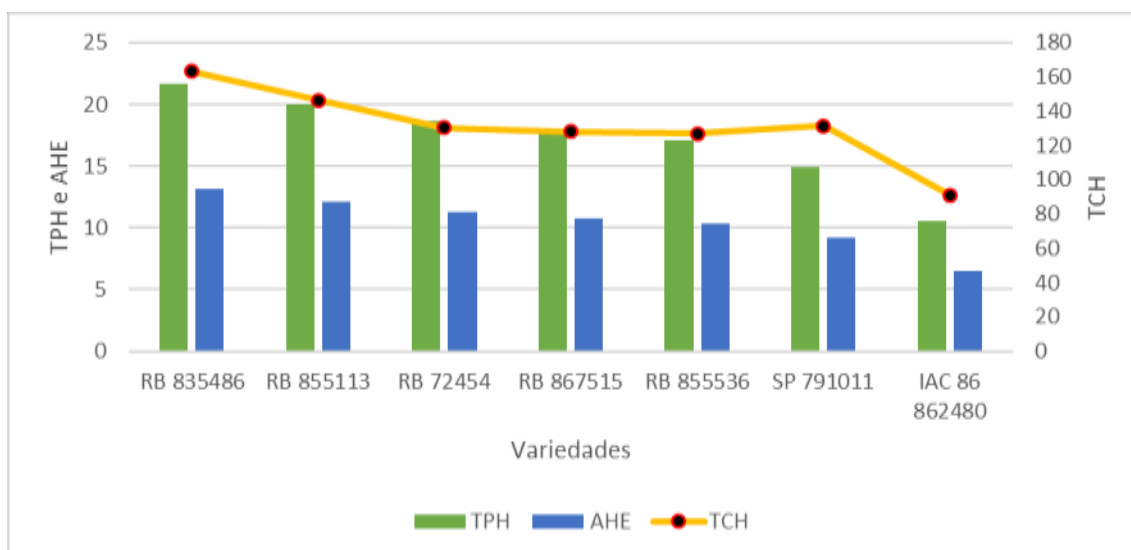


Figura 1 - Comparativo entre as variedades analisadas em relação variáveis, tonelada de colmos por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado (AHE), em Paraíso do Tocantins – TO, safra 2012/2013

Mendes (2006) avaliando eficiência nutricional em 8 variedades de cana-de-açúcar, observou que as variedades RB 867515 e RB 855536 foram os genótipos com melhor desempenho de TPH, com 21,9 t ha<sup>-1</sup> e 22 t ha<sup>-1</sup>, sendo superior à RB 835486. Valores que se divergem dos encontrados no presente estudo.

No trabalho de Mendes (2006) as médias de PC e TCH para as variedades RB 867515, RB 855536 e RB 835486 foram estatisticamente iguais, entretanto o conjunto da interação PC com TCH tornou a variedade RB 835486 estatisticamente inferior as demais em relação a variável TPH.

Em experimentos de avaliação variedades de cana-de-açúcar, Silveira (2002) obteve a média geral de TPH de 16,8 t ha<sup>-1</sup> e Melo et al, (2006), o equivalente a 8,12 t ha<sup>-1</sup>, as quais foram 3,5% e 53,0% inferiores à média do presente estudo, respectivamente.

A produção média estimada de álcool hidratado por hectare do experimento foi de 10,48 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Para a variedade referência RB 867515, a projeção de álcool esperada é de 10,78 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, semelhante à média do experimento. A variedade RB 835486, com produção esperada de 13,16 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, se sobressaiu significativamente comparando-se com a variedade IAC 862480, com 6,45 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Vale ressaltar que neste experimento não foi levado em consideração a eficiência do processo fermentativo, somente a produção de ATR e TCH.

Apesar da variedade menos produtiva (IAC 862480) ter tido um maior fator de conversão ATR/TCH (1,32), percebe-se que a TCH foi preponderante, uma vez que a variedade mais produtiva (RB 835486), cujo fator de conversão foi menor (0,82), obteve maior produção de etanol por área (AHE).

Dantas Neto et. al. (2006) avaliou variedades com diferentes lâminas de irrigação e adubação e estimou a produtividade média de álcool hidratado do experimento, que foi de 6,25 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, valor abaixo do obtido neste estudo. Carvalho et. al. (2009) avaliando a variedade SP 791011 no estado da Paraíba, sob diferentes lâminas de irrigação e adubação, observou média geral do experimento para projeção de AHE de 8,74 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, valor também inferior ao observado para a mesma variedade neste experimento.

Esses resultados de pesquisa, apesar de obtidos em outras regiões edafoclimáticas, demonstram assim o potencial para produção sucroalcooleira, especialmente de álcool, na região central do Estado do Tocantins.

#### **4 - CONCLUSÕES**

Ao Avaliar sete variedades de cana-de-açúcar em cana planta, cultivadas sob condições edafoclimáticas da região Central do Estado do Tocantins, verificou-se que a variedade RB 835486 foi a mais promissora, sendo cultivado em plantio de inverno, no que se refere aos aspectos tonelada de colmos por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado (AHE). No entanto, a variedade IAC 86 2480 foi a menos produtiva quanto a estes aspectos.

Com relação às variáveis tecnológicas analisadas, as quais refletem na qualidade da matéria-prima, °Brix, POL, PC, fibra, AR e pureza, todas as variedades tiveram valores similares ou superiores ao valor de referência para a boa industrialização da cana-de-açúcar, demonstrando assim potencial para produção sucroalcooleira nas condições agroclimáticas da região central do Estado do Tocantins.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao IFTO Câmpus Paraíso, por destinar a área experimental e toda logística para a realização do trabalho;

Ao Câmpus Universitário de Gurupi da UFT, pela disponibilização das mudas das variedades de cana-de-açúcar;

Ao Laboratório de Agroenergia, Uso do Solo e Mudanças Ambientais - LAMAM do Câmpus Universitário de Palmas da UFT;

À Usina CRV Industrial de Carmo do Rio Verde - Goiás, pela realização das análises tecnológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília- Brasília, 2013.

CARMO NETO, O. V. et al, Desempenho de genótipos de cana-de-açúcar em três cortes na região Sul do Estado do Tocantins. **Rev. Verde**, Mossoró, v.6, n.4, p. 19-27. 2011.

CARVALHO, C.M. et. al., Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Rev. Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v.4, n.1, p.72-77. Jan/mar. 2009

CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P. de; BISSOLI, B. M.; SILVA, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana -de -açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.6, p.32-38, 1987.

COLLICCHIO, E. **Zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar e as implicações climáticas no estado do Tocantins**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Terceiro levantamento: cana-de-açúcar - safra 2013/2014**. Dez/2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_12\\_20\\_10\\_56\\_08\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_dez\\_2013\\_3o\\_lev\\_-\\_original.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_portugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf)> Acesso em: 15 dez 2013.

CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba, 2006. 112p.

DANTAS NETO, J.; FIGUEIREDO, J.L da C.; FARIAS, C.H. de A, AZEVEDO, H.M.; AZEVEDO, C.A.V. Resposta de cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n.2, p. 283-288- 2006

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33

EMBRAPA. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. organização Celso Vainer Manzatto ... [et al.]. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.: il. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 110) disponível em: <[Http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento\\_cana\\_de\\_acucar/ZonCana.pdf](Http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/ZonCana.pdf)> Acesso em: 10 nov 2013.



GUIMARAES, L. T.; TURETTA, A. P. D.; COUTINHO, H. L. da C. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul. **Soc. Nat. (Online)**, Uberlândia, v. 22, n. 2, Aug. 2010 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-45132010000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132010000200007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 22 Jan. 2014.

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

IEA. International Energy Agency. **Tracking clean energy progress 2013: IEA input to the clean energy ministerial**. Paris: Online bookshop. 2013. 154p.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento Genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. et al. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC. 2008. 882p.

LANDELL, M. G. de A. et al. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo roxo da região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, Campinas, Agrônômico, v. 58, n.2, p.269-280, 1999.

LEME FILHO, J. R. A. **Estudo comparativo dos métodos de determinação e de estimativa dos teores de fibra e de açúcares redutores em cana-de-açúcar** (*Saccharum ssp.*). 2005. 151f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP. 2005.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA Jr, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n.2, p. 295-301. 2001.

MELO, L.O.J.P. Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na Zona da Mata Litoral sul de Pernambuco. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 33, n. 3, p. 684-691, maio/jun., 2009

MELO, L. J. O. T.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; FILHO, C. J. A.; REIS, O. V. Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da zona da Mata Norte de Pernambuco. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.197-205, 2006.

NASCIMENTO, R.; TANNO, W.Q.; ROSA, J. H.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Estudo dos comportamentos de variedades e clones de cana-de-açúcar na região de Monte Belo-MG: três épocas de colheita. **Anais...** In: VIII CONGRESSO NACIONAL DA STAB, Recife, 2002, p. 331-336.

OLIVEIRA, F. M. de et al. Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, Dec. 2012 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2012000600014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000600014)> Acesso em: 09 nov. 2013.

- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques, 2004. 302 p.
- RODRIGUES, R.C. Produtividade e variáveis agroindustriais de cinco variedades de cana-de-açúcar no norte do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p.1443-1451. 2012
- SANTOS, M. S. M. Repetibilidade de características agroindustriais em cana-de-açúcar. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.4, p.301-306, abr. 2004.
- SEGATO, S.V.; et al. Terminologias no setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S.V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006.p.399-400.
- SEPLAN. (2003), Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 3. ed. Palmas: SEPLAN, 49p
- SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P. ANDRADE, M. B.M.; MENDES, L. C. Crescimento e produção de sacarose por seis variedades de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8. Pernambuco – PE: STAB. **Anais...** Pernambuco-PE: STAB, 2002.
- SOUZA, P. H. N. de et al, Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na microrregião Centro de Pernambuco. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, oct. 2012. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2012000500013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000500013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso: 22 fev. 2014.
- TASSO JUNIO, L. C. Desempenho de cultivares de cana-de-açúcar nas condições de cana-de-ano e meio), safra (2008/2009). **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v.2, n.1, p. 14-26, 2011.
- TUTA, N.F. **Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta com aplicação de efluente de esgoto tratado via gotejamento subsuperficial**. 2013. 131f Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2013.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foi observada diferença estatisticamente significativa para as variáveis, comprimento dos colmos, diâmetro médio dos colmos, número de colmos por metro, °Brix, AR, fibra, pureza, POL, PC e ATR. Porém identificou-se diferença significativa entre as variedades para as variáveis tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada POL por hectare, tonelada ATR por hectare (TAH) e álcool hidratado esperado (AHE).

A variedade RB 835486 foi a que apresentou maior produtividade, mostrando uma tendência de maior adaptação às condições edafoclimáticas locais. Além disso apresentou também, maior quantidade de ATR por área, maior expectativa de produção de etanol e conseqüentemente maior receita média esperada.

A variedade RB 835486 foi a mais produtiva, no que se refere aos aspectos tonelada de colmos por hectare (TCH), tonelada de POL por hectare (TPH) e álcool hidratado esperado (AHE). No entanto, a variedade IAC 86 2480 foi a menos produtiva quanto a estes aspectos.

Constatou-se também que a variedade IAC 86 2480, foi a única que teve suas médias para cada uma das características avaliadas, abaixo da média geral das variedades. Destacando-se pela maior relação ATR/TCH.

Apesar de não se distinguirem estatisticamente em relação ao índice de qualidade da cana, ATR, em termos de valores absolutos as variedades RB 72454, RB 867515, RB 855113, RB 855536 tiveram suas médias superiores à média de ATR nacional.

A variedade RB 867515, mais plantada no país e referência neste estudo, teve um bom desempenho em todas as variáveis analisadas neste experimento. Obtendo médias superiores à média geral do experimento para todas as características avaliadas, com exceção do número de colmos industrializáveis por metro e produtividade (TCH).

Com relação às variáveis tecnológicas analisadas, as quais refletem na qualidade da matéria-prima, °Brix, POL, PC, fibra, AR e pureza, todas as variedades tiveram valores similares ou superiores ao valor de referência para a boa industrialização da cana-de-açúcar, demonstrando assim potencial para produção sucroalcooleira nas condições agroclimáticas da região central do Estado do Tocantins.