



**Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

Augusto Sousa Miranda

Produção de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af

**Belém
2014**

Augusto Sousa Miranda

Produção de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.
Orientador Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues

**Belém
2014**

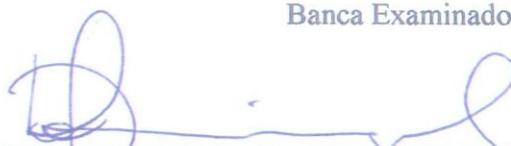
Augusto Sousa Miranda

Produção de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af

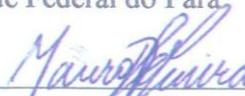
Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.
Área de concentração: Produção Animal.

Data da aprovação. Belém - PA: 28 / 03 / 2014

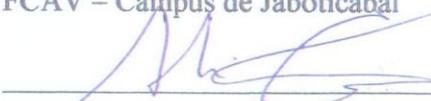
Banca Examinadora



Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues (Orientador)
Instituto de Medicina Veterinária – Campus de Castanhal
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira (Membro Titular)
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
FCAV – Campus de Jaboticabal



Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva (Membro Titular)
Instituto de Medicina Veterinária – Campus de Castanhal
Universidade Federal do Pará

Aos meus pais
Francisco e
Elinete, e
familiares com
todo carinho

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará.

À Sheyla Farhayldes Souza Domingues, Coordenadora do Programa Pós-Graduação em Ciência Animal pelo empenho incansável no decorrer do Curso.

Ao Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues pela orientação competente, conhecimento transmitido, conselhos, críticas, além de orientador foi amigo que sempre me ajudou, enfim, muito obrigado por contribuir com a minha formação.

À CEBRAN pela concessão da área e por todo o apoio logístico no corte da cana-de-açúcar, em especial aos professores Aluizio e Souza que sempre auxiliaram.

À PAGRISA, usina de álcool e açúcar, pela realização das avaliações tecnológicas, sugestões, críticas e por sempre nos receber de braços abertos.

Ao agrônomo Claudevan R. de Souza e químico William A. Silva (chefe do laboratório), pelos questionamentos esclarecidos, críticas e sugestões que foram de grande valia para realização deste trabalho. À Arlene e ao José Carlos e a todos os laboratoristas da PAGRISA que me ajudaram na realização das análises tecnológicas.

Aos professores Dr. André Guimarães Maciel e Silva e Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo pelos questionamentos esclarecidos, preciosos ensinamentos e amizade construída.

Ao professor Mauro Dal Secco de Oliveira pelas grandiosas sugestões e esclarecimentos acerca do trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação que contribuíram para minha formação profissional.

Aos funcionários da CEBRAN, Lucilene, Pedro, Nilsinho, Muller, Bicudo por auxiliar nas diversas atividades durante o experimento.

A minha família (pais, irmãos, tios, tias, primos, primas, avós) que sempre acreditaram e apoiaram a cada passo desta jornada, mesmo estando distante, amo muito vocês.

A minha namorada Camila Dantas sempre apoiando e entendendo minhas ausências, obrigado por todo carinho e amor.

Aos meus amigos Geovani, Danilo, Breno e Jéssica pela amizade, compreensão e anos de convivência, passamos por muitas coisas juntos e sempre nos apoiando. Amo vocês.

Aos meus amigos da Veterinária e da ASFUVET – Associação de Futsal da Veterinária, Clayton (Presidente), Marcelo (Dr. Moka), Renato (X-tudo de Alho), Tarciso (Chico Picado), Raimundo (Bradoquinho), Fábio (Troca-tapa), Rodrigo, Michel (Miko), Faber (Ratão), Thiago da Veterinária, Tarcizio (Jogador de Chapéu), Amaral pelas brincadeiras e descontração.

Aos companheiros de mestrado Eziquiel, Janaína, Bianca, Aline, Michel, Felipe Tameirão pelas discussões e opiniões acerca da dissertação.

Aos amigos que ajudaram na execução dos experimentos Lorena, Renato Pinto, Flávio, Renato Abrantes, Dayse, Jennifer, Nadino, Eziquiel, Tarciso, Adellilton, Walciane, Moisés, Ronald.

A todos que não foram citados, mas que de alguma maneira contribuíram para que pudesse chegar até aqui.

A todos vocês, muito obrigado.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar desempenha importante papel socioeconômico no Brasil, apresentando como principais produtos o açúcar e álcool, além de ser utilizada como fonte de alimento volumoso nos sistemas de produção animal. Objetivou-se avaliar a cultura de cana-de-açúcar cultivada em condições climáticas tipo Af, caracterizado por precipitação pluviométrica em todos os meses do ano e ausência de estação seca. Foram determinados a composição química bromatológica, características agronômicas e tecnológicas de três cultivares de cana-de-açúcar: IACSP93-6006, RB83-5486 e SP79-1011. Experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos e quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença ($P < 0,05$) para matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, carboidratos totais, fração B2, fração C e produção de matéria seca. Os componentes da porção fibrosa (FDNcp, LIG, fração C) apresentaram valores baixos, resultando em maior valor dos carboidratos não fibrosos, o que é interessante do ponto de vista da alimentação de bovinos, haja vista, que os componentes da porção fibrosa influenciam no consumo e digestibilidade do alimento. As cultivares apresentaram produção de matéria seca elevadas com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011. Quanto às características agronômicas houve diferença ($P < 0,05$) para a produção de matéria natural, número de colmos, comprimento do colmo e diâmetro do colmo, com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011, demonstrando adaptação às condições edafoclimáticas da região. Não houve diferença ($P > 0,05$) para os atributos tecnológicos, Pol, °Brix, açúcares redutores, pureza, açúcares redutores totais, fibra e umidade, cujos valores foram baixos devido ao regime pluviométrico da região, pois a cana-de-açúcar necessita de estresse térmico ou hídrico para que ocorra a maturação. Nas condições do clima Af não há estação seca sendo que o mês menos chuvoso no período experimental apresentou 106,6 mm e a temperatura média de 26,8°C.

Palavras-chave: Atributos agronômicos e tecnológicos. Clima tipo Af. Composição química bromatológica. *Saccharum officinarum*

ABSTRACT

The culture of cane sugar plays an important socioeconomic role in Brazil, with main products as sugar and alcohol, as well as being used as a source of roughage in food animal production systems. This study aimed to evaluate the behavior of the culture of cane of sugar grown in Af type weather, characterized by rainfall in all months of the year and no dry season weather conditions. IACSP93-6006, RB83-5486 and SP79-1011: The bromatological chemical composition, agronomic and technological characteristics of three cultivars of cane sugar were determined. Experiment was conducted in a randomized block design with three treatments and four replicates and the averages compared by Tukey test at 5% probability. There were differences ($P < 0.05$) for dry matter, ether extract, crude protein, acid detergent fiber, lignin, cellulose, neutral detergent fiber corrected for ash and protein, total carbohydrates, B2 fraction, fraction C and raw dry's production. The components of the fibrous portion (NDF, LIG, fraction C) showed low values, resulting in higher value of non-fiber carbohydrates, which are interesting from the point of view of the cattle feeding, given that the components of the fibrous portion influence the intake and digestibility of the food. The cultivars showed higher dry matter production highlighting the IACSP93-6006 and SP79-1011 cultivars. For agronomic characteristics were no differences ($P < 0.05$) for the production of natural material, number of culms, culm length and culm diameter, highlighting the IACSP93-6006 and SP79-1011 cultivars, demonstrating adaptation to climatic conditions the region. There was no difference ($P > 0.05$) for technological attributes, Pol, Brix, reducing sugars, purity, total reducing sugars, fiber and moisture, whose values were low due to rainfall in the region, because the cane sugar requires heat or water stress for maturation to occur. In weather conditions Af has no dry season being the least rainy month trial period had 106.6 mm and the average annual temperature was 26.8 ° C.

Keywords: agronomic and technological attributes. Weather type Af. Bromatological Chemical components. *Saccharum officinarum*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos climáticos da América do Sul segundo classificação de Köppen-Geiger.....	18
Figura 2 - Média da precipitação pluviométrica dos últimos trinta anos e do período experimental.....	31
Figura 3 - Média da precipitação pluviométrica dos últimos trinta anos e do período experimental.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos climáticos predominante no Brasil segundo classificação de Köppen-Geiger.....	19
Tabela 2 - Padrão dos atributos tecnológicos para utilização da cana-de-açúcar na indústria de açúcar e álcool	26
Tabela 3 – Médias da temperatura máxima, mínima e média dos últimos 30 anos e durante o período experimental.....	32
Tabela 4 - Análise de solo da área experimental nos três anos de cultivo.....	32
Tabela 5 – Produção e composição químico bromatológica das cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima Af, média dos três cortes.....	35
Tabela 6 - Médias da temperatura máxima, mínima e média dos últimos 30 anos e durante o período experimental.....	44
Tabela 7 - Análise de solo da área experimental nos três anos de cultivo.....	45
Tabela 8 - Características agronômicas das cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima tipo Af, médias dos três cortes.....	47
Tabela 9 - Características tecnológicas das cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima tipo Af, médias dos três cortes.....	49

LISTA DE SIGLAS

AR - açúcares redutores

ART - açúcares redutores totais

°Brix - teor de sólidos solúveis contido no caldo de solução açucarada

B2 - fração de carboidratos potencialmente degradável

C - fração de carboidratos indigestível

CEL - celulose

CNF - carboidratos não fibrosos

COMPC - comprimento do colmo

CONAB – companhia nacional do abastecimento

CT - carboidratos totais

DIAMC - diâmetro do colmo

EE - extrato etéreo

EPI - equipamento de proteção individual

FDA - fibra em detergente ácido

FDN - fibra em detergente neutro

FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDN/Pol - relação entre fibra em detergente neutro e teor de sacarose

HEM - hemicelulose

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LIG - lignina

MM - matéria mineral

MO - matéria orgânica

MS - matéria seca

NCOLM - número de colmo

PAGRISA - Pará pastoril agrícola S/A

PB - proteína bruta

PMN - produção de matéria natural

PMS - produção de matéria seca

Pol - teor de sacarose contido no caldo da cana-de-açúcar

LISTA DE SÍMBOLOS

Al - alumínio

B - boro

Ca - cálcio

cm - centímetro

Cu - cobre

Fe – ferro

g - grama

H - hidrogênio

K – potássio

Kg - quilograma

Mg - magnésio

Mn - manganês

m - metro

P - fósforo

pH - potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN-GEIGER.....	17
2.2. CANA-DE-AÇÚCAR	19
2.3. SELEÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	21
2.4. CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	23
2.4.1. IACSP93-6006	23
2.4.2. RB83-5486	23
2.4.3. SP79-1011	24
2.5. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	24
2.5.1. Grau Brix - °Brix	24
2.5.2. Pol.....	24
2.5.3. Pureza	25
2.5.4. Açúcares Redutores - AR.....	25
2.5.5. Açúcares Redutores Totais - ART	25
2.5.6. Fibra.....	25
2.6. COMPOSIÇÃO QUÍMICO BROMATOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	26
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICO BROMATOL DE TRÊS CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA SOB O TIPO CLIMÁTICO Af	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4. CONCLUSÃO.....	39
4. DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE TRÊS CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA SOB O TIPO CLIMÁTICO Af.....	41
RESUMO	41
ABSTRACT	42
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4. CONCLUSÃO.....	50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das culturas que desempenha importante papel socioeconômico no Brasil. Seus principais produtos são o açúcar e álcool, além de ser utilizada como fonte de alimento volumoso nos sistemas de produção animal. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013) as áreas de cultivo da cana-de-açúcar têm aumentado, com acréscimo de 3,8% em relação à safra anterior (2012/2013).

A cultura da cana-de-açúcar possui grande potencial no que diz respeito ao setor de biocombustíveis, valorizada pela capacidade de gerar energia limpa e renovável. É cultivada principalmente como matéria-prima para produção de açúcar e álcool, sendo o Brasil o maior produtor mundial, destacando-se o estado de São Paulo, com 56% da produção nacional (CONAB, 2013). O Brasil é um país de dimensões continentais, dispondo ainda, de terras para a expansão de cultivo da cana-de-açúcar, para isso é necessário pesquisa para o desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar nas diferentes condições climáticas do país.

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal é promissora, devido ao seu ciclo vegetativo, estando pronta para o uso no período de escassez de produção das plantas forrageiras. Esse período denominado de sazonalidade da produção forrageira caracteriza-se pela falta de volumosos disponíveis em quantidade e qualidade durante algum período do ano, resultando em baixos índices zootécnicos e afetando os sistemas de produção em pasto (AMARAL NETO et al., 2000). A cana-de-açúcar é uma alternativa para eliminar esse efeito ou pelo menos atenuá-lo de maneira a suprir esses problemas e minimizar os custos da alimentação, principalmente pelo fato da sua época de colheita ser na entressafra da produção das plantas forrageiras, além de apresentar elevada produtividade, facilidade de implantação e manejo, baixo risco agrônômico e conservando naturalmente a campo com baixa perda de qualidade (OLIVEIRA, 1999).

A cultura de cana-de-açúcar é cultivada em todas as regiões do país, em vários tipos de solo e sob a influência de diferentes climas, resultando em vários tipos de ambiente de produção (DIAS, 1997). Então há necessidade de se estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento/produção, gerando assim informações para adequar a melhor cultivar e manejo para o específico ambiente de produção ao qual esta sendo cultivada (solo, clima) (MAULE et al., 2001), quer seja para fins industriais ou para utilização na alimentação animal.

Os fatores climáticos influenciam diretamente o desenvolvimento e produtividade da cultura de cana-de-açúcar. Diversos trabalhos de avaliação da cultura de cana-de-açúcar têm

sido realizados sob os diferentes tipos de clima: Aw (CAPONE et al., 2011; CRUZ et al., 2010; SILVA et al., 2004;), Am (TOWNSEND et al., 2006); Cwa (MACÊDO, et al., 2012; AZEVÊDO et al., 2003); Cfa (MURARO et al., 2009); BSh (ALMEIDA et al., 2008; RAMESH, 2000).

Além das respostas produtivas há também poucos relatos na literatura acerca do desenvolvimento da cultura nas condições climáticas Af. O conhecimento dessa informação é importante para planejamento da alimentação animal, assim como, para a indústria sucroalcooleira, com o objetivo de compor critérios de tomada de decisão para a escolha de cultivares a serem plantadas na região.

Desta forma, o estudo de cultivares de cana-de-açúcar que se adaptam às condições edafoclimáticas locais, assim como, a determinação de características agronômicas, tecnológicas e nutricionais tornam-se importante e pertinente, visando subsidiar os produtores rurais alternativas para melhorar o sistema de alimentação animal na época de redução na produção das plantas forrageiras, assim como, para o setor industrial o desempenho produtivo e qualidade tecnológica são critérios importantes para implantação de um canavial para fins industriais.

Objetivou-se com este estudo avaliar o desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar sob condições climáticas Af para alimentação animal e para fins industriais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

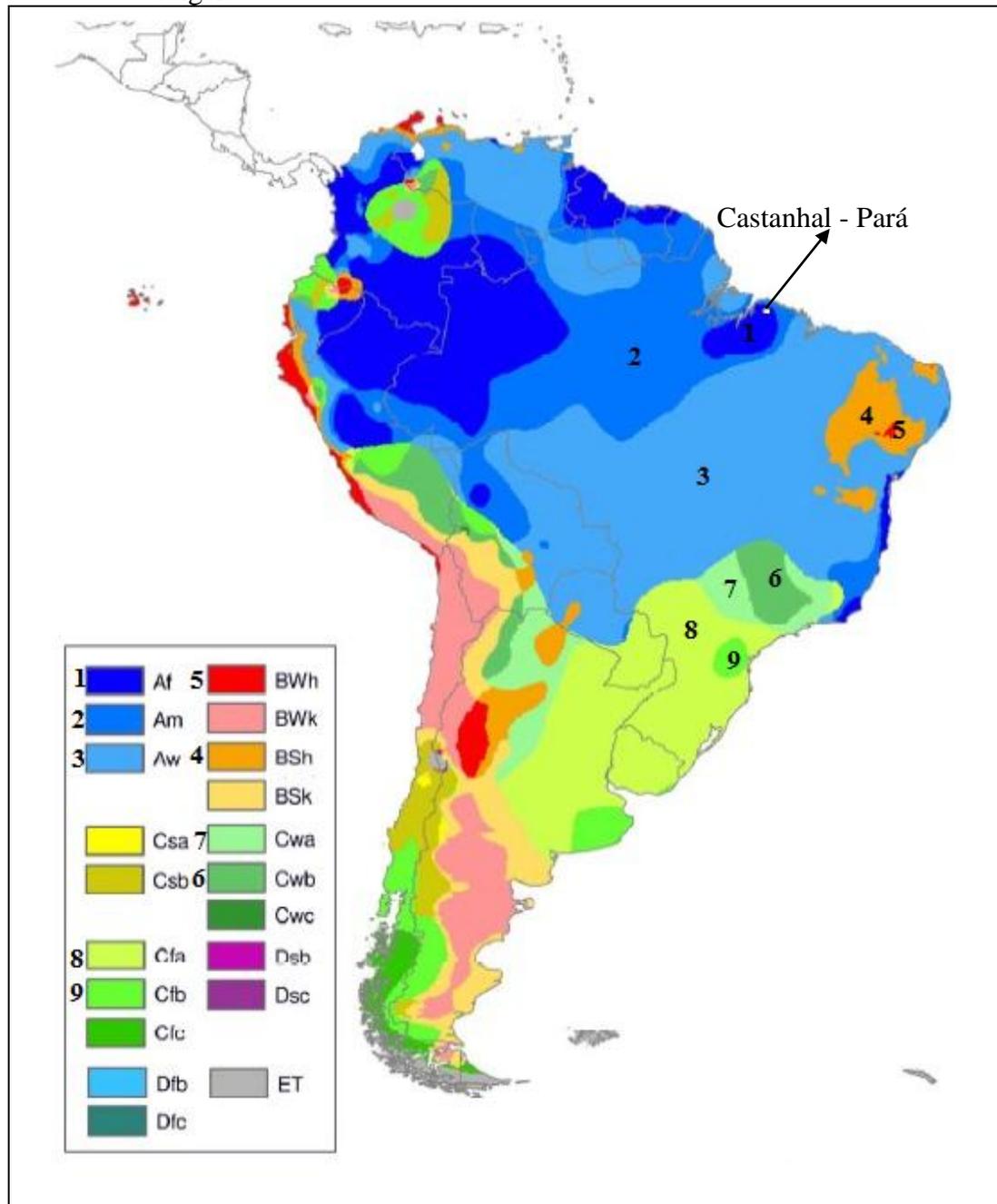
A classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida por classificação climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em geografia, climatologia e ecologia. A classificação foi proposta em 1900 pelo climatologista alemão Wladimir Köppen, tendo sido por ele aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936 com a publicação de novas versões, preparadas em colaboração com Rudolf Geiger (por isso denominada de Köppen-Geiger). A classificação é baseada no pressuposto, de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente. Na determinação dos tipos climáticos de Köppen-Geiger são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica. Cada grande tipo climático é denotado por um código, constituído por letras maiúsculas e minúsculas, cuja combinação denota os tipos e subtipos considerados (PEEL et al., 1997).

A classificação climática de Köppen-Geiger divide os climas em 5 grandes grupos ("A", "B", "C", "D", "E") e diversos tipos e subtipos. Cada clima é representado por um conjunto variável de letras (com 2 ou 3 caracteres) com a seguinte significação: primeira letra uma maiúscula ("A", "B", "C", "D", "E") que denota a característica geral do clima de uma região, constituindo o indicador do grupo climático (em grandes linhas, os climas mundiais escalonam-se de "A" a "E", indo do equador aos pólos); segunda letra uma minúscula, que estabelece o tipo de clima dentro do grupo, e denota as particularidades do regime pluviométrico, isto é a quantidade e distribuição da precipitação (apenas utilizada caso a primeira letra seja "A", "C" ou "D"). Nos grupos cuja primeira letra seja "B" ou "E", a segunda letra é também uma maiúscula, denotando a quantidade da precipitação total anual (no caso "B") ou a temperatura média anual do ar (no caso "E"); e por último a terceira letra, uma minúscula denotando a temperatura média mensal do ar dos meses mais quentes (nos casos em que a primeira letra seja "C" ou "D") ou a temperatura média anual do ar (no caso da primeira letra ser "B") (PEEL et al., 1997).

O tipo climático Af é caracterizado como clima tropical úmido com ocorrência de precipitação pluviométrica todos os meses do ano, temperatura mínima do mês mais frio do ano superior a 18°C e sem estação seca definida. Esse tipo de clima predomina no noroeste do Amazonas; arredores de Belém, no Pará; litoral do Paraná, do Estado de São Paulo, parte do litoral do Rio de Janeiro (GOLFARI et al., 1978 apud IZUMI, 2011), e litoral da Bahia, desde

o extremo sul da Bahia até arredores de Salvador (MELLO, 1973 apud IZUMI, 2011) (Figura 1).

Figura 1 – Tipos climáticos da América do Sul segundo classificação de Köppen-Geiger.



Fonte: Peel et al. (2007). Modificado pelo autor.

Na tabela 1 estão descritos os principais tipos climáticos do Brasil.

Tabela 1 - Descrição dos tipos climáticos predominante no Brasil segundo classificação de Köppen-Geiger.

Tipo Clima	Descrição
Af	Clima tropical úmido. Precipitação pluviométrica todos os meses do ano e ausência de estação seca.
Am	Clima tropical úmido. Transição entre o tipo climático Af e Aw. Apresenta estação seca de curta duração e período chuvoso com elevada precipitação.
Aw	Clima tropical. Apresenta estação chuvosa no verão e estação seca no inverno.
BSh	Clima semi-árido quente. Apresenta escassez de chuvas e irregular distribuição, concentram-se num espaço curto de tempo.
BWh	Clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude
Cwb	Clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado
Cwa	Clima subtropical. Apresenta inverno seco e verão quente.
Cfa	Clima subtropical. Apresenta verão quente e precipitação maior que 30 mm no mês mais seco.
Cfb	Clima temperado úmido com verão temperado

Fonte: PEEL et al., (2007).

2.2. CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma gramínea que pertence ao gênero *Saccharum* L., provenientes do sudeste Asiático, da família *Poaceae*, suas as principais características são a forma da inflorescência em espiga, o crescimento do caule em colmos, e as folhas com lâminas e bainha aberta. Apresenta elevada rusticidade, adaptação às diversas condições edafoclimáticas, fácil manejo, boa capacidade de rebrota, alto rendimento, boa aceitação pelos animais, apresenta época de safra coincidente com período de escassez de forragens, longo período de utilização, tanto para forragem como para a indústria, além de manter sua qualidade nutricional por longo período, sendo colhida de acordo com a necessidade (ROCHA JÚNIOR et al., 2005).

A cana-de-açúcar é uma cultura em franca expansão no território nacional com acréscimo na área plantada de 3,8% em relação a safra 2012/2013, equivalente à 325,8 mil hectares (CONAB, 2013). Este aumento na área plantada é devido à elevação na produção de etanol causada pelo interesse das grandes potências econômicas em utilizar combustíveis renováveis e consequentemente reduzir a dependência dos países produtores de petróleo. Por outro lado, esta espécie forrageira também tem grande importância no setor pecuário brasileiro (AMARAL, 2007).

Características como colheita na entressafra, alta produção de matéria seca por hectare, custo de produção da matéria seca relativamente baixo, fácil manejo e pouco risco agrônomo em comparação com outras culturas tradicionalmente utilizadas, como o milho, para a produção de silagem, tem feito da cana-de-açúcar uma opção para a alimentação animal nas pequenas e grandes propriedades rurais.

Matsuoka e Hoffman (1993) relatam que a intensificação de estudos sobre o uso da cana-de-açúcar para fins forrageiros, como sua utilização na alimentação animal, na década de 70, permitiu que esse volumoso deixasse de ser apenas uma alternativa paliativa para época de seca e assumisse posição fundamental nos sistemas de produção de bovinos.

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso. A utilização dos componentes da cana-de-açúcar no trato digestório do ruminante é bastante diferente, isto é, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen e de fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso (carboidratos estruturais) é utilizado lentamente (PRESTON; LENG, 1980 apud RODRIGUES et al., 2001).

A cultura da cana-de-açúcar é influenciada pelas condições climáticas, tais como precipitação pluviométrica, temperatura e radiação solar. Para cada tipo climático há diferenças em relação à precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar, de forma que esses fatores climáticos podem interferir na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, e o resultado final representa a integração das diferentes condições a que a cultura foi submetida (GILBERT et al., 2006).

Para que a cultura expresse todo seu potencial genético é preciso que as fases de máximo desenvolvimento coincidam com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar (KEATING et al., 1999; STONE et al., 1999). De modo que a exigência hídrica da cultura seja atendida durante o desenvolvimento vegetativo (fases de germinação, perfilhamento e alongamento dos colmos) e restrição hídrica no período de maturação para que ocorra o acúmulo de sacarose (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005). Segundo Rodrigues (1995) apud Oliveira et al. (2012), a cultura de cana-de-açúcar exige entre 1.500 e 2.500 mm por ano.

A radiação solar influencia positivamente o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, principalmente na fase de perfilhamento. Sob condição de elevada radiação solar, a planta da cana-de-açúcar tende perfilhar mais, devido a diminuição do fluxo de auxinas resultante do efeito da elevada radiação solar (JADOSKI et al., 2010). A cana-de-açúcar é uma planta do tipo C4, caracterizada por alta eficiência fotossintética. Segundo Taiz e Zeiger

(2004) apud Farias et al. (2009), na fotossíntese os vegetais transformam energia solar em energia química, sendo a produtividade das culturas uma função direta da eficiência fotossintética, que é influenciada positivamente pela elevada radiação solar encontrada na região do presente trabalho que possui baixa latitude. A baixa radiação solar reduz drasticamente o perfilhamento (CASAGRANDE, 1991 apud TAVARES et al., 2010; SEGATO et al., 2006).

A temperatura atua de maneiras distintas sobre as fases de crescimento e de maturação da cana-de-açúcar. A temperatura ideal para a fase vegetativa situa-se na faixa de 25°C a 33°C (KEATING et al., 1999; LIU et al., 1998), o qual favorece intensamente ao perfilhamento das plantas. Para a fase de maturação o ideal é que a temperatura seja inferior a 21°C, afim de promover o acúmulo de sacarose (CÂMARA, 1987 apud ARGENTON, 2006).

Para que ocorra o acúmulo de sacarose, a planta de cana-de-açúcar necessita de um período de restrição térmica e hídrica, sendo que quando não ocorrer a restrição hídrica, a temperatura média deve ser inferior a 21°C pelo período de três meses para que ocorra o repouso vegetativo e maturação (NASSIF, 2010).

2.3. SELEÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Os trabalhos voltados à avaliação de cultivares de cana-de-açúcar como forrageira consideraram apenas as características agronômicas, como produtividade de matéria verde e seca, rusticidade, resistência a doenças; capacidade de perfilhamento, ausência de joçal e vigor de rebrota (PEIXOTO, 1986 apud RODRIGUES et al., 1997). Segundo Torres e Resende (1997), a escolha de cultivares adaptadas e produtivas constitui um dos fatores importantes na cultura da cana-de-açúcar.

Os atributos relacionados às características nutricionais como teores de proteína, fibra em detergente neutro, carboidratos, digestibilidade, proporção de colmos e de folhas, entre outros, que influenciam diretamente sobre o desempenho animal eram desconsiderados (MATSUOKA; HOFFMAN, 1993).

A partir de vários estudos ficou evidenciada a necessidade de levar em consideração ao escolher uma cultivar, os parâmetros relacionados à composição química bromatológica. De acordo com Rodrigues et al. (1997), as diferenças de qualidade nutricional entre as cultivares de cana-de-açúcar são marcantes, havendo oscilações entre 43 e 68% nos teores de fibra detergente neutro (FDN) e de 32 e 57% nos açúcares totais, que são importantes

atributos a serem considerados na escolha de cultivares destinadas a alimentação de ruminantes.

Os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar tem se direcionado, especialmente para os objetivos industriais de produção de açúcar e álcool, os quais buscam apenas plantas com maiores teores de sacarose (AZEVEDO et al., 2003). Porém, além do teor de sacarose, a qualidade da fibra é de fundamental importância para a nutrição de ruminantes, evidenciando a necessidade do estabelecimento de critérios de seleção visando especificamente à alimentação animal (FREITAS et al., 2006).

Gooding (1982) apud Rodrigues et al. (1997) sugeriu que a relação entre FDN e açúcares seria um parâmetro interessante na escolha de cultivares de cana-de-açúcar para a alimentação de bovinos. Cultivares que apresentem esta relação baixa, teoricamente não limitaria tanto a ingestão de forragem e de energia pelo animal, sendo capazes de maximizar o desempenho. Rodrigues et al. (2001) utilizaram a relação FDN/Pol na avaliação de cultivares de cana-de-açúcar para bovinos. Esses autores avaliaram a correlação entre a relação FDN/Pol e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cultivares de cana-de-açúcar, observaram que quanto menor a relação FDN/Pol, maior a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os valores da relação FDN/Pol encontrados variaram de 2,88 a 4,14 e os autores sugeriram que valores inferiores a 3,02 seriam as mais indicadas para bovinos.

As cultivares mais promissoras para alimentação de bovinos são as que apresentam menores teores de FDN, maiores médias de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), relações FDN/Pol menores que 3,02 e baixos teores de lignina. Considerando-se que é característica da espécie o baixo conteúdo nitrogenado, o teor de PB não auxilia como critério de escolha de cultivares (COSTA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2005; RODRIGUES et al., 2006). Andrade et al. (2003) relatam que as cultivares selecionadas devem apresentar elevado teor de carboidratos não estruturais e baixos teores dos componentes da porção fibrosa, associados à elevada produção de matéria seca.

Siqueira et al. (2012) ratificam que a escolha de cultivares para fins forrageiros deve estar baseada na seleção de cultivares que atendam aos quesitos quantitativos e qualitativos para sua utilização na alimentação animal, e não somente voltados a qualidade em detrimento das características produtivas.

Verificando o potencial da cana de açúcar como volumoso exclusivo para vacas leiteiras de alta produção, Corrêa et al. (2003) atribuíram à redução na produção de leite de vacas holandesas, de 34,4 para 31,9 kg de leite/dia, quando estas foram alimentadas com cana-de-açúcar e comparadas às vacas alimentadas com silagem de milho, ao menor consumo

de matéria seca (1,5 kg de MS/vaca/dia). Magalhães et al. (2004), avaliando o efeito de substituição de até 100% da silagem de milho por cana-de-açúcar, em dietas completas para vacas produzindo em média 24 kg de leite/dia, concluíram que a produção decresceu linearmente, com o nível de substituição. A relação volumoso:concentrado usada foi 60:40. Entretanto, após avaliarem a variação de peso e a economicidade da substituição, concluiu que o nível de 33% de substituição foi técnica e economicamente recomendável. Esses resultados sugerem redução na taxa de passagem e aumento no tempo de retenção total, conforme foram observados por Magalhães et al. (2006) em outro experimento no qual avaliaram a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar.

Uma forma de alterar a taxa de passagem se faz pela utilização de partículas com menor tamanho, contudo, no Brasil, são poucos os estudos que envolvem resposta animal ao tamanho de partícula da cana. Santos (2010) realizou um trabalho que avaliava três tamanhos médios de partículas e concluiu que há um confundimento entre as respostas obtidas pelos diferentes tamanhos de partícula e a alteração na relação volumoso:concentrado das dietas, devido ao maior índice de seleção nas dietas com os maiores tamanhos de partículas. Contudo, Siqueira et al. (2012) acreditam que a redução no tamanho médio da partícula traz benefícios aos animais, por possivelmente elevar a taxa de passagem da dieta, mas essa hipótese precisa ser constatada cientificamente.

2.4. CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR

2.4.1. IAC SP93-6006

Cultivar desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas é adaptada às regiões com precipitação pluviométrica bem distribuída, apresenta elevada produtividade, maturidade fisiológica de média a tardia, ótima capacidade de rebrotação de soqueiras, rusticidade e exige solos de média a alta fertilidade, bom fechamento entrelinhas, florescimento raro, freqüente tombamento (SOCICANA, 2013).

2.4.2. RB83-5486

Apresenta maturidade fisiológica de precoce a média, elevada produtividade, bom perfilhamento, exige solos de média a alta fertilidade, tombamento freqüente, rusticidade, longevidade de cortes, resistência à escaldura, mosaico e complexo broca podridão, possui

hábito de crescimento semi-decumbente, velocidade de crescimento e fechamento entrelinhas regular, fácil despalha, floração eventualmente e possui ampla adaptabilidade (SOCICANA, 2013).

2.4.3. SP7910-11

Apresenta maturidade fisiológica de média a tardia, com produção agrícola e industrial excelente e boa brotação de soqueira. Possui exigência intermediária em relação à fertilidade do solo, mas é susceptível à ferrugem e ao carvão, apresentando pouca isoporização, baixo fechamento entrelinhas (SOCICANA, 2013).

2.5. CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE TECNOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR

2.5.1. Grau Brix - °Brix

O °Brix representa o teor de sólidos solúveis no caldo da cana (LEME FILHO, 2005), está relacionada com a maturação da planta. Do ponto de vista de nutrição animal é a variável mais difundida por ser indicativo do teor de açúcares da cana e ser de fácil mensuração em nível de campo (KLEIN, 2010). À medida que a planta amadurece ocorre o aumento no teor de °Brix (FERNANDES, 2003).

Gooding (1982) apud Rodrigues et al. (1997), relata que desde a década de 80 ressaltou a importância da utilização da relação FDN/açúcares na escolha de cultivares de cana-de-açúcar para fins forrageiros. Inicialmente no Brasil, os primeiros trabalhos com a relação FDN/açúcares foram realizados por Rodrigues et al. (1997), utilizaram o atributo tecnológico °Brix resultando na relação FDN/Brix de cultivares com valor menor que 2,7 seriam promissoras na alimentação animal. Posteriormente, com os avanços nos estudos, passou-se a utilizar a Pol por ser um indicador mais preciso do teor de açúcares em cana-de-açúcar (RODRIGUES et al., 2001; AZEVÊDO et al., 2003).

2.5.2. Pol

A Pol representa o teor de sacarose contida no caldo da cana, é a variável mais específica para determinação de sacarose utilizada pela indústria sucroalcooleira (KLEIN, 2010). Rodrigues et al. (2001) sugeriram a utilização da Pol para a relação FDN/açúcares,

devido, a Pol ser o atributo tecnológico com maior acurácia em determinar o teor de sacarose. Resultando na relação FDN/Pol para escolha de cultivares para alimentação de ruminantes.

2.5.3. Pureza

A Pureza representa a quantidade de sacarose contida nos sólidos solúveis, ou seja, é a relação entre POL e °Brix, quanto mais elevado seu valor implicará numa menor quantidade de impurezas do caldo, resultando num produto final de elevada qualidade e de maior valor econômico (STUPIELLO, 2000). A pureza é o indicador mais importante do estágio de maturação da cana-de-açúcar, quanto maior mais madura a cana-de-açúcar, maior será a pureza, pois terá maior acúmulo de sacarose.

2.5.4. Açúcares Redutores – AR

São compostos pela glicose e frutose. Apresentam teores elevados na planta imatura e tende a diminuir com o avanço da maturidade da planta (FERNANDES, 2003). Afeta diretamente a pureza, e como consequência depreciação do produto final (açúcar), estando envolvido na coloração do açúcar (STUPIELLO, 2000).

2.5.5. Açúcares Redutores Totais – ART

São os açúcares redutores incluindo a sacarose (LEME FILHO, 2005). Esta variável esta relacionada com a avaliação da eficiência de fabricação de açúcar e álcool pela indústria (SANTOS, 2008).

2.5.6. Fibra

A fibra confere à planta sustentação, mantendo seu porte cespitoso. O aumento do teor de fibra da cana reduz a eficiência da extração de caldo nas moendas. Cultivares de cana-de-açúcar com baixos teores de fibra são mais suscetíveis a danos mecânicos provocados pelo corte e carregamento, resultando em perdas de açúcares decorrentes da contaminação por microrganismos que passam a ter acesso à parte interna dos colmos (MARQUES et al., 2008).

Do ponto de vista da nutrição, esta quantificação de fibra na indústria é totalmente diferente da determinada rotineiramente nos laboratórios de nutrição animal. A determinação

da fibra na indústria consiste basicamente na diferença entre o peso do bagaço seco em estufa a 105°C e peso do bagaço úmido (CONSECANA, 2006).

Na Tabela 2 segue os valores padrões dos parâmetros tecnológicos para a utilização da cana-de-açúcar na indústria sucroalcooleira.

Tabela 2 – Padrão dos atributos tecnológicos para utilização da cana-de-açúcar na indústria de açúcar e álcool.

Atributos tecnológicos	Padrão indústria
°Brix (%)	>18
Pol (%)	>14
Pureza (%)	>85
AR (%)	<0,8
ART (%)	>15
Fibra (%)	11 a 13

Fonte: Ripoli e Ripoli (2004).

2.6. COMPOSIÇÃO QUÍMICO BROMATOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A composição química bromatológica da cana-de-açúcar é bastante variável, todavia Preston (1982) apud Rodrigues et al. (1997) destacou os baixos teores de proteína bruta e matéria mineral na matéria seca da cana-de-açúcar. Conforme Preston e Leng (1980) apud Klein (2010) e Fernandes et al. (2001) o baixo teor de proteína bruta é uma característica da espécie, e os teores não ultrapassam 4% (Oliveira et al., 2007). Uma vez que é característica da espécie o baixo conteúdo nitrogenado, o teor de PB não é critério para escolha de cultivares de cana-de-açúcar.

Os açúcares, principalmente na forma de sacarose, e carboidratos fibrosos são os principais componentes da cana-de-açúcar e possuem degradação e digestibilidade bastante diferentes. A sacarose é altamente degradável no rúmen, e fornece alta quantidade de energia aos animais (MORENO et al., 2010), entretanto, os carboidratos fibrosos apresentam baixa digestibilidade, segundo Corrêa et al. (2003), ao avaliarem a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) de cultivares de cana-de-açúcar obtiveram coeficiente de 20% .

Rodrigues et al. (2001) avaliaram 18 cultivares de cana-de-açúcar, verificaram diferença acentuada nos teores de FDN, que variaram de 44,1 a 56,4%. Uma vez que fração fibrosa está relacionado com a ingestão de alimento e a repleção ruminal, cultivares que apresentam teor de FDN elevado, terão a ingestão de cana-de-açúcar limitada, e, conseqüentemente, o consumo de energia poderá ser insuficiente para atender as exigências nutricionais do animal, afetando seu desempenho (RODRIGUES et al., 1997).

Outro importante parâmetro para escolha de cultivares de cana-de-açúcar, é o teor de lignina, pois está negativamente correlacionada à degradação dos carboidratos fibrosos onde está quimicamente ligada, pois é de nula digestibilidade (VAN SOEST, 1994). A limitação da digestão deve-se às características de suas ligações químicas com os polissacarídeos estruturais (VAN SOEST, 1994). A cana-de-açúcar apresenta teor de lignina menor que da silagem de sorgo (6,8% da MS), silagem de girassol (7,0% da MS) (VIANA et al., 2011), em algumas vezes inferiores à silagem de milho (5,9 a 6,9% da MS) (RABELO et al., 2014).

A cultivar mais adequada para a alimentação animal deveria apresentar FDN abaixo de 52% na MS, relação FDN/Brix inferior ou igual a 2,7 e proporção de colmos superior a 80% na MS da planta (SILVA et al., 2007), com alto teor de açúcar (RODRIGUES et al., 1997). Além disso, quanto menor a relação FDN/açúcares, maior será a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (RODRIGUES et al., 2001).

As cultivares mais promissoras para alimentação de bovinos são as que apresentam menores teores de FDN, maiores valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), relações FDN/Pol menores que 3,02 e baixos teores de lignina (COSTA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2005,2006).

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICO BROMATOLÓGICA DE TRÊS CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADA SOB O TIPO CLIMÁTICO Af

Resumo: O Brasil é um dos países com maiores potenciais de produção de cana-de-açúcar e seus derivados, pois possui condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Objetivou-se com este estudo avaliar a composição química bromatológica da cultura de cana-de-açúcar cultivada em condições climáticas tipo Af, caracterizado por precipitação pluviométrica em todos os meses do ano e ausência de estação seca. Foram utilizadas três cultivares de cana-de-açúcar: IACSP93-6006, RB83-5486 e SP79-1011, em delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos, quatro blocos e duas repetições por bloco, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença ($P < 0,05$) para matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente ácido, lignina, celulose, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, carboidratos totais, fração B2 e fração C dos carboidratos e produção de matéria seca. Os componentes da porção fibrosa (FDNcp, LIG, fração C) apresentaram valores baixos, o que é positivo resultando em maior valor dos carboidratos não fibrosos, haja vista, que os componentes da porção fibrosa influenciam no consumo e digestibilidade do alimento, com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011. As cultivares apresentaram produção matéria seca elevadas com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011. Não houve diferença ($P > 0,05$) para a Pol e a relação FDN/Pol, cujos valores não foram satisfatórios, que foram influenciadas negativamente pelas condições climáticas. As três cultivares de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af apresentaram elevadas produções de MS/ha e baixa concentrações dos componentes relacionados a porção fibrosa, com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011.

Palavras-chave: Clima Af. FDN/Pol. Fracionamento de carboidrato. *Saccharum officinarum*

CHEMICAL COMPOSITION THREE CULTIVARS OF SUGARCANE PLANTED UNDER THE CLIMATE TYPE Af

Abstract: Brazil is one of the countries with the greatest potential for production of cane sugar and its derivatives, because it has environmental conditions favorable to the development of culture. The objective this is study to evaluate their chemical composition of the culture of cane sugar grown in Af type characterized by rainfall in all months of the year and no dry season weather conditions. Were three cultivars of sugarcane: IACSP93-6006, RB83- 5486 and SP79-1011. Experiment was conducted in a randomized block design with three treatments, four blocks and two replicates per block, the averages compared by Tukey test at 5% probability. There were differences ($P < 0.05$) for dry matter, ether extract, crude protein, acid detergent fiber, lignin, cellulose, neutral detergent fiber corrected for ash and protein, total carbohydrates, B2 fraction, fraction C and raw dry's production . The components of the fibrous portion (NDF, LIG, fraction C) showed low values, resulting in higher value of non-fiber carbohydrates, which is positive, given that the components of the fibrous portion influence the intake and digestibility of the food. The cultivars showed higher dry matter production highlighting the IACSP93-6006 and SP79-1011 cultivars. There was no difference ($P > 0.05$) for NDF and the relationship Pol, whose values were not satisfactory, which were negatively impacted by weather conditions. The three cultivars of cane sugar in climatic conditions Af showed high DM / ha and low concentrations of the components related to the fibrous portion, highlighting the IACSP93-6006 and SP79-1011 cultivars.

Keywords: Af Weather. FDN/Pol. Carbohydrate fraction. *Saccharum officinarum*

1. INTRODUÇÃO

A cultura de cana-de-açúcar tem como destaque sua elevada produção de massa por unidade de área (SIQUEIRA et al., 2012), e uma menor variação no valor nutritivo quando comparada as demais plantas forrageiras. O Brasil é um dos países com maior potencial de produção de cana-de-açúcar e seus derivados, pois possui condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura (CAPONE et al., 2011), sendo cultivada em todas as regiões do país, estando a cana-de-açúcar submetida aos diferentes tipos climáticos, o que resulta em vários tipos de ambiente de produção.

Os fatores climáticos exercem influência sobre a cultura da cana-de-açúcar, destacando-se a precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar. Cada tipo climático possui diferenças marcantes em relação à precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar, podendo interferir na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, e o resultado final representa a interação das diferentes condições a que a cultura foi submetida (GILBERT et al., 2006).

A denominação tipo climático Af é oriunda da classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida como classificação climática de Köppen. Caracterizado como clima tropical úmido com ocorrência de precipitação pluviométrica durante todos os meses do ano, temperatura mínima anual superior a 18°C e sem estação seca definida (PEEL et al. 2007). Esse tipo de clima predomina no noroeste do Amazonas; arredores de Belém; litoral do Paraná e do estado de São Paulo, parte do litoral do Rio de Janeiro (GOLFARI et al., 1978 apud IZUMI, 2011), e litoral da Bahia, desde o extremo sul da Bahia até arredores de Salvador (MELLO, 1973 apud IZUMI, 2011).

Diversos trabalhos de avaliação da cultura de cana-de-açúcar têm sido realizados sob diferentes tipos de clima: Aw (CAPONE et al., 2011; CRUZ et al., 2010; SILVA et al., 2004;), Am (TOWNSEND et al., 2006); Cwa (MACÊDO, et al., 2012; AZEVÊDO et al., 2003); Cfa (MURARO et al., 2009); BSh (ALMEIDA et al., 2008; RAMESH, 2000).

Além das respostas produtivas há também poucos relatos na literatura acerca do desenvolvimento da cultura nas condições climáticas Af. O conhecimento dessa informação é importante para planejamento nutricional adequado, e, sobretudo, para compor critérios de tomada de decisão para a escolha de cultivares a serem mantidas na região com o intuito de obter forragens para a alimentação de ruminantes.

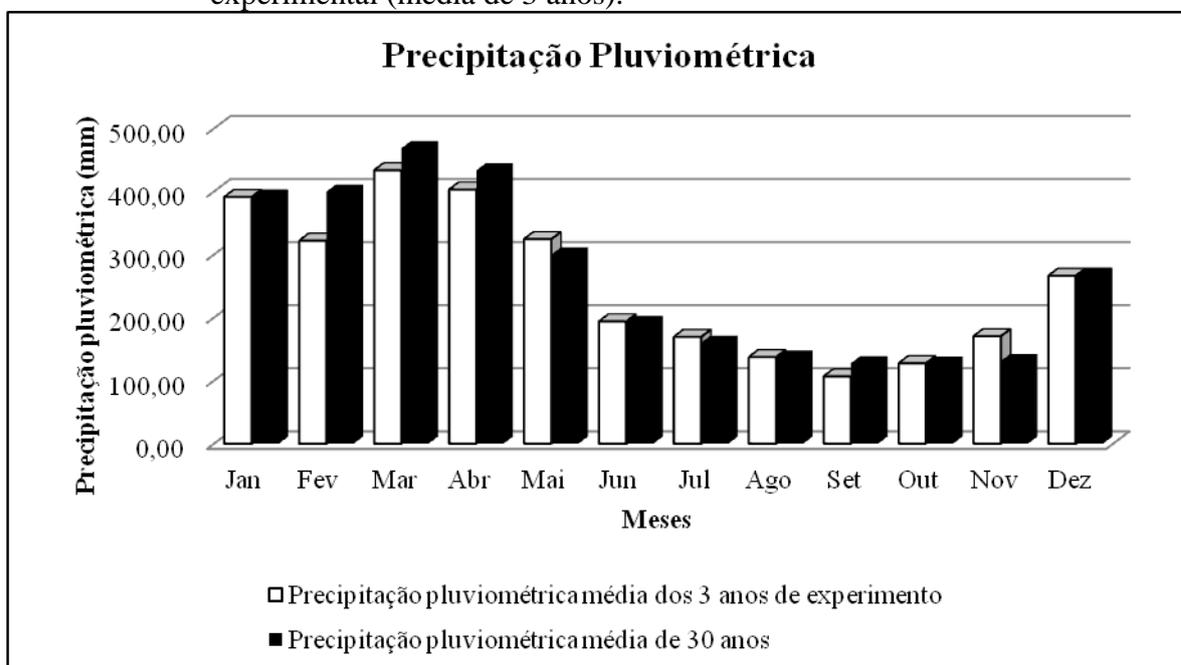
Desta forma, o estudo de cultivares de cana-de-açúcar que se adaptam às condições edafoclimáticas locais, assim como a determinação de características nutricionais torna-se

importante, e pertinente, visando subsidiar os produtores rurais e criar alternativas para melhorar o sistema de alimentação animal. Objetivou-se avaliar a produtividade, a composição química bromatológica e o fracionamento de carboidratos de três cultivares de cana-de-açúcar plantada em clima Af.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Central de Biotecnologia de Reprodução Animal (CEBRAN), localizada no município de Castanhal, Pará (65 m de altitude, latitudes de 01° 18' S e longitude 47° 55' W), que faz parte da Universidade Federal do Pará (UFPA). O clima da região é do tipo Af, segundo Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007). Durante o período experimental (junho de 2010 a outubro de 2013) as médias anuais climatológicas foram: precipitação pluviométrica 3044,2 mm, temperatura média de 26,8°C, temperatura mínima de 22,2°C, temperatura máxima de 34,1°C e umidade relativa do ar 80,4% (Figura 2 e Tabela 3).

Figura 2 – Média da precipitação pluviométrica dos últimos trinta anos e do período experimental (média de 3 anos).



Fonte: Dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, Belém-PA INMET, (2014).

Tabela 3 – Médias da temperatura máxima, mínima e média anual dos últimos 30 anos e durante o período experimental (média dos três anos).

Meses	Temperatura (°C) média 30 anos			Temperatura (°C) média experimento		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Jan.	26,0	31,0	22,7	26,2	34,1	21,8
Fev.	25,8	30,7	22,8	26,1	33,9	22,2
Mar.	25,9	30,7	23,0	26,3	34,3	22,4
Abr.	26,2	31,1	23,1	26,4	33,7	22,2
Mai.	26,5	31,8	23,1	26,7	33,8	22,7
Jun.	26,5	31,9	22,8	26,7	33,7	22,1
Jul.	26,3	32,0	22,4	26,7	33,4	22,2
Ago.	26,7	32,5	22,5	27,1	34,3	22,2
Set.	26,8	32,7	22,5	27,3	34,8	22,2
Out.	27,0	32,6	22,4	27,3	34,6	22,0
Nov.	27,1	32,6	22,7	27,4	34,5	22,1
Dez.	26,7	32,1	22,8	27,0	34,1	21,8

Fonte: Dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, Belém-PA, 2014.

Foram estudadas três cultivares de cana-de-açúcar IACSP93-6006, RB83-5486 e SP79-1011 adquiridas junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, campus de Castanhal, estas cultivares foram escolhidas por já serem utilizadas pelos pecuaristas da região na alimentação de ruminantes.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas de 4 m de comprimento e espaçadas a 1,0 m. Para avaliação da cultura foram descartadas as linhas da bordadura e 1,0 m das extremidades das linhas centrais, utilizando como área útil para avaliação os 2 metros lineares das 2 linhas centrais de cada parcela. Para caracterização química do solo foram coletadas amostras de solo para análise química. Os resultados da análise química do solo foram determinados antes da implantação do experimento e após cada corte (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de solo da área experimental nos três anos de cultivo.

	pH	MO (g/kg)	P (mg/dm ³)	H+Al -----mmolc/dm ³ -----	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	V%
Ano I	5,1	35,0	18,0	4,1	0,0	1,2	0,4	0,6	1,7	5,7	29,0
Ano II	6,0	19,5	25,0	3,5	0,1	3,0	0,8	2,9	3,9	7,3	53,2
Ano III	6,7	24,0	26,0	3,6	0,1	2,2	0,5	3,1	2,8	6,4	43,0

pH: potencial hidrogeniônico; MO – matéria orgânica; P – fósforo; H+Al – hidrogênio mais alumínio; Al – alumínio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; K – potássio; SB – saturação de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V% - porcentagem de saturação por bases. Solo Argissolo Amarelo, textura arenosa (VALENTE et al., 2001).

Para implantação do experimento aplicaram-se 2 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 90%), 60 dias antes do plantio. No preparo do solo, foram realizadas duas gradagens, sendo a

primeira com grade aradora, e a segunda com grade niveladora. Em seguida foi realizada a sulcação para o plantio dos colmos, com espaçamento de 1,0 metro entre sulcos e com 0,25 m de profundidade. O plantio foi realizado manualmente no mês de junho do ano de 2010, sendo os colmos distribuídos nos sulcos na disposição pé com ponta, com densidade de 15 a 18 gemas por metro linear, sendo posteriormente seccionados.

As adubações de plantio, primeira e segunda cana-soca foram baseadas nos resultados da análise do solo para produção estimada de 100 t/ha, sendo aplicados 50, 120 e 120 kg/ha de N, 140, 70 e 40 kg/ha de P_2O_5 e 140, 150 e 160 kg/ha de K_2O com aplicação nos sulcos no plantio e por cobertura nos outros anos. Na segunda cana-soca ainda foi aplicado 1 t/ha de calcário dolomítico, PRNT 90%.

O controle de plantas invasoras foi realizado mediante a aplicação de herbicidas. Para pré-emergência foi aplicado o princípio ativo 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (500 g/L), na dosagem de 3 l/ha, realizado após o plantio e a cada corte. Após 60 dias do plantio foi realizada a aplicação de herbicida com princípio ativo 3-chloro-5-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoylsulfamoyl)-1-methylpyrazole-4-carboxylic acid (750 g/kg) para o controle da tiririca (*Cyperus rotundus*), na dosagem de 17,1 g/ha. Após 90 dias foi aplicado o N-(phosphonomethyl) glycine (480 g/L), na dosagem de 3,2 l/ha, a aplicação foi realizada com proteção (lona) das linhas da parcela para evitar aplicação do herbicida na planta de cana-de-açúcar. As aplicações foram executadas manualmente com bomba costal com jato dirigido, com o operador devidamente indumentado com os equipamentos de proteção individual (EPI).

As colheitas da cana-de-açúcar foram realizadas manualmente em todos os ciclos de cultivo, sendo que a planta estava com aproximadamente 13 meses de idade. Para determinação da produção de matéria natural (PMN) foi realizada a pesagem de todas as canas da área útil. Logo em seguida, as canas foram trituradas em forrageira estacionária (1 cm tamanho de partícula), homogeneizadas e realizada amostragens de aproximadamente 0,5 kg de matéria natural da cana-de-açúcar triturada, que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em congelador para posterior análise químico bromatológica.

Da área útil de cada parcela foram coletados sete colmos aleatoriamente, identificados e encaminhados inteiros para o Laboratório de Tecnologia da Usina Pará Pastoril e Agrícola S.A. (PAGRISA), localizado no município de Ulianópolis estado do Pará, para determinação da Pol através da leitura do caldo da cana-de-açúcar em polarímetro, conforme o manual de instruções da Consecana (2006).

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Instituto de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará, campus de Castanhal. Amostras foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C até atingir peso constante, logo em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivos de 1,0 mm de diâmetro.

As análises laboratoriais consistiram na determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl, extrato etéreo (EE) pelo método de Goldfisch, (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram avaliados pelo método sequencial segundo as técnicas descritas por Van Soest et al. (1991). Para determinação da lignina (LIG) foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST et al., 1991), enquanto os teores de hemicelulose (HEM) foram calculados por diferença entre FDN e FDA, e a celulose (CEL) calculada por diferença entre FDA e LIG.

O fracionamento dos carboidratos foi determinado conforme descrito por Sniffen et al. (1992). Os carboidratos totais foram determinados pela expressão $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela seguinte expressão $CNF = 100 - (PB + EE + FDN_{cp} + MM)$, segundo Hall (2003), em que FDN_{cp} equivale à parede celular corrigida para cinzas e proteínas. A fração B2 foi determinada pela seguinte expressão $Fração\ B2 = FDN - (NIDN \times 0,01 \times PB) - C$. A fração C foi determinada pela seguinte expressão $Fração\ C = FDN \times 0,01 \times LIG \times 2,4$.

As estimativas dos nutrientes verdadeiramente digestíveis e dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinadas pelas seguintes equações do National Research Council (NRC, 2001): $NDT (\%) = CNF_{dv} + PB_{dv} + (EE_{dv} \times 2,25) + FDN_{dv} - 7$, em que $CNF_{dv} = 0,98 \times (100 - [(FDN - PBIDN) + PB + (EE - 1) + MM]) \times FA$; $PB_{dv} = PB \times \exp[-1,2 \times (PIDA/PB)]$; $EE_{dv} = EE - 1$; $FDN_{dv} = 0,75 \times (FDN - LIG) \times [1 - (LIG/FDN)^{0,667}]$, sendo: o valor 7 refere-se ao NDT do metabolismo fecal; FA = fator de ajuste (forragem é igual a 1); PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; dv = digestibilidade verdadeira.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com dois blocos, divididos em bloco espacial e temporal. Foram oito repetições por tratamento, sendo quatro blocos e duas repetições por bloco. As médias foram analisadas por análise de variância, sendo comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Para verificar se houve diferenças para os dados climáticos entre os anos experimentais realizou-se o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de probabilidade entre todos os anos.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Devido à semelhança da topografia e solo da área experimental que possuía apenas 600 m² e pelo fato de não haver diferença para precipitação e temperaturas mínimas durante os anos experimentais, os resultados foram discutidos levando-se em consideração apenas o efeito de tratamento (cultivares), desta forma os blocos foram considerados no delineamento apenas para diminuir a variância dos tratamentos, e desta forma, tornar o teste mais sensível.

As cultivares apresentaram elevada PMN (Tabela 5), sendo as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011 superior à RB83-5486. Tal fato deve-se à influência dos fatores ambientais sobre a produção, como temperatura, disponibilidade de água, nutrientes e intensidade luminosa juntamente com a cultivar e os tratos culturais (ALFONSI et al., 1987 apud CAPONE et al., 2011). As condições climáticas influenciaram de forma positiva a produção das cultivares, o município de Castanhal situa-se próximo à linha do Equador, com latitude baixa, o que proporciona alta intensidade luminosa e elevadas temperaturas, que aliado aos altos índices pluviométricos propicia a cultura um ambiente favorável ao seu crescimento e produção.

Tabela 5 – Produção e composição químico bromatológica das cultivares de cana-de-açúcar cultivadas em clima tipo Af, média dos três cortes.

Variáveis	IACSP93-6006	RB83-5486	SP79-1011	EPM
PMN (t/ha)	339,02a	250,16b	321,52a	22,47
PMS (tMS/ha)	81,46a	56,58b	77,10a	5,50
MS (%)	24,03a	22,62b	23,98a	0,18
MM (g/kg MS)	15,25	15,04	14,85	0,04
EE (g/kg MS)	15,30ab	16,61a	14,11b	0,04
PB (g/kg MS)	17,11b	19,12a	14,05c	0,04
FDN (g/kg MS)	453,09	456,10	465,60	0,34
FDA (g/kg MS)	268,55b	271,81b	285,24a	0,23
LIG (g/kg MS)	54,80a	46,83b	52,21a	0,08
HEM (g/kg MS)	184,54	184,29	180,35	0,18
CEL (g/kg MS)	213,74b	224,97a	233,03a	0,24
FDNcp (g/kg MS)	448,90b	451,53ab	462,33a	0,34
CNF (g/kg MS)	503,42	497,68	494,65	0,37
CT (g/kg MS)	950,05b	948,73b	953,22a	0,88
B2 (g/kg MS)	322,18b	333,36a	326,79ab	3,95
C (g/kg MS)	137,98a	128,38b	135,07a	2,51
Pol (%caldo)	11,61	11,11	11,29	0,13
FDN/Pol	3,93	4,17	4,15	0,05
NDT (% MS)	66,31	67,06	66,48	0,20

MS – matéria seca; MM – matéria mineral; EE – extrato etéreo; PB – proteína bruta; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; LIG – lignina; HEM – hemicelulose; CEL – celulose; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não

fibrosos; CT – carboidratos totais; C – fração C dos carboidratos; B2 – fração B2 dos carboidratos; PMS – produção de matéria seca; Pol – teor de sacarose do caldo da cana-de-açúcar; FDN/Pol – relação da fibra em detergente neutro e do teor de sacarose; NDT – nutrientes digestíveis totais; EPM – erro padrão da média.

Houve diferença para a porcentagem de matéria seca ($P < 0,05$) entre as cultivares (Tabela 5), a IACSP93-6006 e SP79-1011 apresentaram valores superiores a RB83-5486. No entanto, os valores médios (23,54% de MS) foram baixos quando comparados com os demais trabalhos nas diferentes condições climáticas, ao observarmos vários estudos em diversas condições climáticas, como Cwa, Bsh, Cwb e Am, normalmente encontramos teores de matéria seca para a cana de açúcar variando entre 26,00 a 30,00 (MELLO et al., 2006; BONOMO et al., 2009; ANDRADE et al., 20004; TOWNSEND et al., 2006). Os baixos teores de matéria seca encontrados para a cana-de-açúcar estão relacionados à época de colheita do material em que se observa elevada precipitação pluviométrica, o que aumenta a participação de água na planta (MURARO et al., 2009), sendo que nos dois meses que antecederam a colheita a precipitação pluviométrica foi elevada (243,80 mm). Na cultura de cana-de-açúcar, o fator determinante para o aumento do teor de matéria seca são os carboidratos solúveis, quase que exclusivamente a sacarose (MURARO et al., 2009).

Ao formular rações utilizando como volumoso a cana-de-açúcar, plantadas nas condições climáticas Af deve-se atentar para os valores de matéria seca, pois ao utilizar de trabalhos realizados em condições climáticas diferentes estará superestimando os valores de MS, e conseqüentemente, os demais constituintes da cana-de-açúcar.

Houve diferença ($P < 0,05$) para PMS entre as cultivares, em que a IACSP93-6006 e SP79-1011 apresentaram PMS superior a cultivar RB83-5486. Estes valores foram obtidos devido à elevada produção de matéria natural das cultivares, demonstrando adaptação às condições edafoclimáticas em que foram cultivadas. Em termos econômicos os resultados de PMS são vantajosos, de acordo com Cardoso (2005), a produção de matéria seca das culturas é uma das características para definir uma cultivar a ser indicada para alimentação de ruminantes.

A produção de matéria seca encontrada nas condições climáticas Af foram superiores as obtidas nos demais tipos climáticos: Bonomo et al. (2009) sob condições de clima tipo BSh, encontraram valores para PMS 24,59 tMS/ha, para a cultivar RB83-5486. Townsend et al. (2006) avaliaram cana-de-açúcar em condições de clima tipo Am, encontraram PMS de 52 t/ha de PMS para cultivar SP79-1011. Andrade et al. (2003) encontraram 39,88 e 31,50 t/ha

de PMS, para as cultivares RB83-5486 e SP79-1011, respectivamente, cultivadas em clima tipo Cwb.

Não houve diferença ($P>0,05$) para o teor de MM entre as cultivares, esses valores foram inferiores aos encontrados na literatura para a cana-de-açúcar cultivada em outros tipos de clima.

Houve diferença ($P<0,05$) quanto aos teores de PB e EE, a cultivar IACSP93-6006 foi superior às demais cultivares para o teor de PB, quanto ao EE a cultivar RB83-5486 foi superior às demais cultivares. De acordo com Preston e Leng (1980) apud Mello et al. (2006), o teores de PB e MM em cultivares de cana-de-açúcar são baixos, sendo uma característica desta espécie forrageira, sofrendo pouca influência das condições climáticas. Os baixos teores de PB e MM não são fatores limitantes para utilização da cana-de-açúcar na formulação de ração para ruminantes, pois pode ser corrigido, a um custo baixo, por meio de adição de uma fonte de nitrogênio não-protéico à dieta (TEDESCHI et al., 2000) e adição de fonte mineral.

Não houve diferença para o teor de FDN e HEM entre as cultivares. A cultivar SP79-1011 apresentou maior teor de FDA. A cultivar RB83-5486 apresentou menor teor de LIG. Quanto aos teores de CEL e FDNcp houve diferença ($P<0,05$) entre as cultivares, em que as cultivares RB83-5486 e SP79-1011 foram superiores à IACSP93-6006 em relação a CEL. A cultivar IACSP93-6006 apresentou menor valor de FDNcp.

Todos os parâmetros avaliados que estão relacionados à fração fibrosa do alimento, FDN, FDNcp, FDA, LIG, HEM e CEL foram inferiores aos encontrados na literatura para a cana-de-açúcar nas mais diversas condições climáticas.

Valadares Filho et al., (2010) em uma revisão sobre a composição bromatológica de alimentos para ruminantes entre eles a cana-de-açúcar encontraram teores médios de 544,80 g/kg da MS para FDN; 332,78 g/kg da MS para FDA; 59,40 g/kg da MS para LIG, 209,10 g/kg da MS para HEM e 321,30 g/kg da MS para CEL. Os valores encontrados para os constituintes da fração fibrosa das cultivares de cana-de-açúcar cultivada sob as condições climáticas Af foram baixos, o que provavelmente, não afetará negativamente o consumo.

Os CNF encontrados representam a metade dos carboidratos presentes nas cultivares, isso é positivo, visto que os carboidratos não fibrosos (frações A+B1) são facilmente degradados no rúmen (VAN SOEST, 1994) e fornece maior energia aos animais em relação aos carboidratos fibrosos (VOLTOLINI et al., 2012; MORENO et al., 2010). Cruz et al. (2010) avaliaram o fracionamento de carboidratos de cultivares de cana-de-açúcar, relatam que o teor CNF influenciou positivamente os nutrientes digestíveis totais. Mello et al. (2006) avaliaram a cana-de-açúcar sob condições de clima tipo Cwa e encontraram valores de CNF

de 501,4 e 497,0 g/kg de MS para cultivares RB83-5486 e SP79-1011, respectivamente, valores similares ao deste trabalho.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de CT, fração B2 e fração C entre as cultivares (Tabela 5). A cultivar SP79-1011 apresentou valor de CT superior as demais cultivares. Os valores de CT encontrados são semelhantes aos obtidos por Fernandes et al. (2003), Azevêdo et al. (2003) e Mello et al. (2006) que avaliaram cana-de-açúcar sob condições do clima tipo Cwa. Cruz et al. (2010) encontraram valores de carboidratos totais semelhantes ao avaliarem cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima tipo Aw.

A cultivar IACSP93-6006 apresentou maior valor para fração B2. O valor encontrado para fração B2 é superior aos encontrados por Azevêdo et al. (2003) e Fernandes et al. (2003) cujos valores médios foram de 296,06; 304,51 respectivamente, para cana-de-açúcar cultivada em clima tipo Cwa. Cruz et al. (2010) avaliaram cana-de-açúcar sob condições do clima tipo Aw, encontraram valores inferiores (282,2 g/kg de MS) aos observados.

Segundo Azevêdo et al. (2003), a cultivar de maior proporção da fibra disponível (B2) poderá fornecer mais energia para os microrganismos e aumentar a síntese de proteína microbiana no rúmen, desde que, haja amônia para promover o crescimento bacteriano, segundo Russel et al. (1992), a fração B2 é lentamente fermentado no rúmen por bactérias que requerem amônia como sua única fonte de nitrogênio.

Quanto à fração C a cultivar RB83-5486 apresentou menor valor em relação às demais cultivares. Os valores da fração C encontrados são inferiores aos relatados por Fernandes et al. (2003) sob condições climáticas tipo Cwa. Mello et al. (2006) avaliaram cultivares de cana-de-açúcar sob condições climáticas tipo Cwa, encontraram valor superior da fração C (135,07 g/kg de MS) para a cultivar RB83-5486. Cruz et al. (2010) avaliaram cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima tipo Aw, encontraram valor para fração C inferior (94,0 g/kg de MS) para a cultivar SP79-1011.

Nas condições do clima Af, os valores de Pol encontrados foram baixos quando comparados com dados obtidos nas demais condições climáticas onde a cana-de-açúcar normalmente é cultivada, isso ocorreu devido à influência de fatores climáticos que antecederam a colheita não eram favoráveis ao acúmulo de sacarose.

Duas condicionantes climáticas são fundamentais para o acúmulo de sacarose na cana-de-açúcar que são o estresse hídrico e baixas temperaturas (CESAR et al., 1987 apud CAPONE et al., 2011). O tipo climático da região é Af caracterizado por precipitação pluviométrica elevada e bem distribuída ao longo do ano, o que não ocasionou um período de seca que levaria ao estresse hídrico necessário para que ocorra o acúmulo de açúcares, e

consequentemente a maturação. Outra condicionante é o estresse térmico provocado por temperaturas baixas ($<20^{\circ}\text{C}$), no entanto, esta temperatura não é observada na região devido à proximidade a linha do equador, sendo a temperatura média de $26,8^{\circ}\text{C}$ e a temperatura mínima dos meses que antecederam o corte foi de $22,3^{\circ}\text{C}$.

Mello et al. (2006) avaliaram cultivares de cana-de-açúcar sob condições climáticas tipo Cwa, encontraram valores de Pol de 17,28 e 15,57%, para as cultivares RB83-5486 e SP79-1011, respectivamente. Azevêdo et al. (2003) nas condições climáticas Cwa encontraram valor de 21,1% de Pol para a cultivar SP79-1011.

Os valores obtidos para FDN/Pol estão acima do recomendado por Rodrigues et al. (2001). Entre os fatores que afetam a relação FDN/Pol, os valores de Pol influenciaram positivamente para obtenção de valores elevados para relação FDN/Pol. Ressalta-se que os teores de sacarose (Pol) para as cultivares foram baixos, uma vez que os valores habituais para Pol são acima de 14% (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

O valor de 3,02 para a relação FDN/Pol tem sido utilizado na avaliação da qualidade nutritiva da cana-de-açúcar, sendo considerado indicativo de que a FDN não seria limitante ao consumo de matéria seca e, conseqüentemente, de açúcares, que fornecem a maior parte da energia digestível para os animais alimentados com cana-de-açúcar (RODRIGUES et al., 2001). Mello et al. (2006) avaliaram cultivares de cana-de-açúcar sob condições climáticas tipo Cwa, encontraram valores de FDN/Pol de 2,72 e 3,04 para as cultivares RB83-5486 e SP79-1011, respectivamente. Deve-se ressaltar que uma cultivar que apresente teor de FDN menor permitirá ao animal maior consumo de energia, comparada a outra cultivar com teor um pouco melhor de açúcar, porém com teor de FDN mais elevado (RODRIGUES et al., 1997; BONOMO et al., 2009).

Os valores do NDT para as cultivares foram elevados sob as condições climáticas Af, sendo influenciados positivamente pelos elevados teores de CNF e baixos teores da FDN e da fração C. Os valores obtidos são superiores aos dados compilados por Valadares Filho et al., (2010) que encontraram 614,60 g/kg de MS de NDT.

Os valores encontrados de NDT foram bons, no entanto os valores da relação FDN/Pol foram ruins. Desta forma se avaliarmos a cana-de-açúcar pelo seu teor de NDT, poderia-se concluir que nas condições climáticas Af a cana-de-açúcar é uma opção para a alimentação de ruminantes, contudo ao avaliarmos pela relação FDN/Pol, a conclusão seria inversa, por isso estudos envolvendo animais tornam-se necessários para esclarecermos essas dúvidas.

4. CONCLUSÃO

As três cultivares de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af apresentaram elevadas produções de MS/ha e baixa concentrações dos componentes relacionados a porção fibrosa, com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011.

4. DESEMPENHO PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE TRÊS CULTIVARES DE CANA-DE-AÇUCAR PLANTADA SOB O TIPO CLIMÁTICO Af

Resumo: Objetivou-se com este estudo avaliar as características agronômicas e tecnológicas de três cultivares de cana-de-açúcar cultivada em condições climáticas tipo Af, caracterizado por precipitação pluviométrica em todos os meses do ano e ausência de estação seca. Foram utilizadas três cultivares de cana-de-açúcar: IACSP93-6006, RB83-5486 e SP79-1011. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos e duas repetições por bloco, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Na avaliação agronômica foram determinadas a produção de matéria natural (PMN), número de colmos (NColm), comprimento do colmo (CompC) e o diâmetro do colmo (DiamC). Quanto aos atributos tecnológicos foram determinados °Brix, pureza, Pol, açúcares redutores (AR), açúcares redutores totais (ART), umidade e fibra. Houve diferença ($P < 0,05$) para as características agronômicas, produção de matéria natural, número de colmos, comprimento do colmo e diâmetro do colmo, com destaque para as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011, demonstrando adaptação às condições edafoclimáticas da região. Não houve diferença ($P > 0,05$) para os atributos tecnológicos, Pol, °Brix, açúcares redutores, pureza, açúcares redutores totais, fibra e umidade, cujos valores ficaram fora do padrão mínimo exigido pela indústria de produção de açúcar e álcool, evidenciando que as condições climáticas não foram favoráveis ao acúmulo de sacarose, pois no clima tipo Af a precipitação pluviométrica e temperatura são elevadas, sendo observado que o mês menos chuvoso apresentou 106,6 mm e a temperatura média anual foi de 26,8°C. A planta da cana-de-açúcar necessita de estresse térmico ou hídrico para que ocorra a maturação. As cultivares apresentaram altas produções por hectare, no entanto, os parâmetros tecnológicos foram insuficientes para serem usados na indústria e por isso não é recomendado o plantio de cana-de-açúcar em condições Af para fins industriais.

Palavras-chave: Clima Af. Parâmetros agronômicos e tecnológicos. Maturação. Pol. Produtividade. *Saccharum officinarum*

**PRODUCTIVE PERFORMANCE AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF THREE CULTIVARS OF SUGARCANE PLANTED UNDER THE CLIMATE
TYPE Af**

Abstract: Aimed to evaluate their agronomic and technological parameters of the culture of sugarcane grown in Af type characterized by rainfall in all months of the year and no dry season weather conditions . Were three cultivars of sugarcane : IACSP93-6006, RB83-5486 and SP79-1011. Experiment was conducted in a randomized block design with three treatments and four replicates and the averages compared by Tukey test at 5 % probability. For agronomic characteristics were no differences ($P < 0.05$) for the production of natural material, number of culms, culm length and culm diameter, highlighting the IACSP93-6006 and SP79 -1011 cultivars, demonstrating adaptation to climatic conditions the region. There was no difference ($P > 0.05$) for technological attributes, Pol, Brix, reducing sugars, purity, total reducing sugars, fiber and moisture, whose values were outside the minimum standard required for the production of sugar and ethanol industry, showing that the climatic conditions were not favorable to the accumulation of sucrose, because the climate type Af rainfall and temperature are high, and observed that the least rainy month showed 106.6 mm and the average annual temperature was 26.8 ° C. The plant cane sugar requires heat or water stress for maturation to occur. The cultivars showed high yields per hectare, however, the technological parameters were insufficient to be used in industry and is therefore not recommended planting cane sugar Af conditions for industrial purposes.

Kew-words: ° Brix. Af Weather. Agronomic and technological parameters. Pol Productivity. *Saccharum officinarum*

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura em franca expansão no território nacional com acréscimo na área plantada de 3,8% em relação à safra 2012/2013, equivalente a 325,8 mil hectares (CONAB, 2013). Este aumento na área plantada é devido à elevação na produção de etanol causada pelo interesse das grandes potências econômicas em utilizar combustíveis renováveis. Nas últimas décadas, o melhoramento genético tem contribuído para o desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar no Brasil, com geração de novas cultivares de maior produtividade e qualidade.

A cultura de cana-de-açúcar é cultivada em todas as regiões do país, em vários tipos de solo e sob a influência de diferentes climas, resultando em vários tipos de ambiente de produção (DIAS, 1997). Os fatores climáticos influenciam diretamente na produtividade e na qualidade tecnológica da cultura de cana-de-açúcar (GILBERT et al., 2006), tendo como principais fatores a interação edafoclimática, manejo da cultura e a cultivar escolhida (CESAR et al., 1987 apud CAPONE et al., 2011).

Desta maneira, há necessidade de se estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento/produção, gerando assim informações para adequar a melhor cultivar e manejo para o ambiente de produção ao qual esta sendo cultivada (solo, clima) (MAULE et al., 2001). As cultivares de cana-de-açúcar podem apresentar diferentes comportamentos em relação a produtividade e aos parâmetros tecnológicos, e dependendo do ambiente de produção podem apresentar resultados contrários ao pretendido (TASSO JÚNIOR et al., 2012).

Vários são os trabalhos realizados nos diferentes tipos climáticos: Aw (CAPONE et al., 2011; CRUZ et al., 2010; SILVA et al., 2004;), Am (TOWNSEND et al., 2006); Cwa (MACÊDO, et al., 2012; AZEVÊDO et al., 2003); Cfa (MURARO et al., 2009); BSh (ALMEIDA et al., 2008; RAMESH, 2000). No entanto, há necessidade de informações sobre o comportamento da cultura sob condições climáticas do tipo Af.

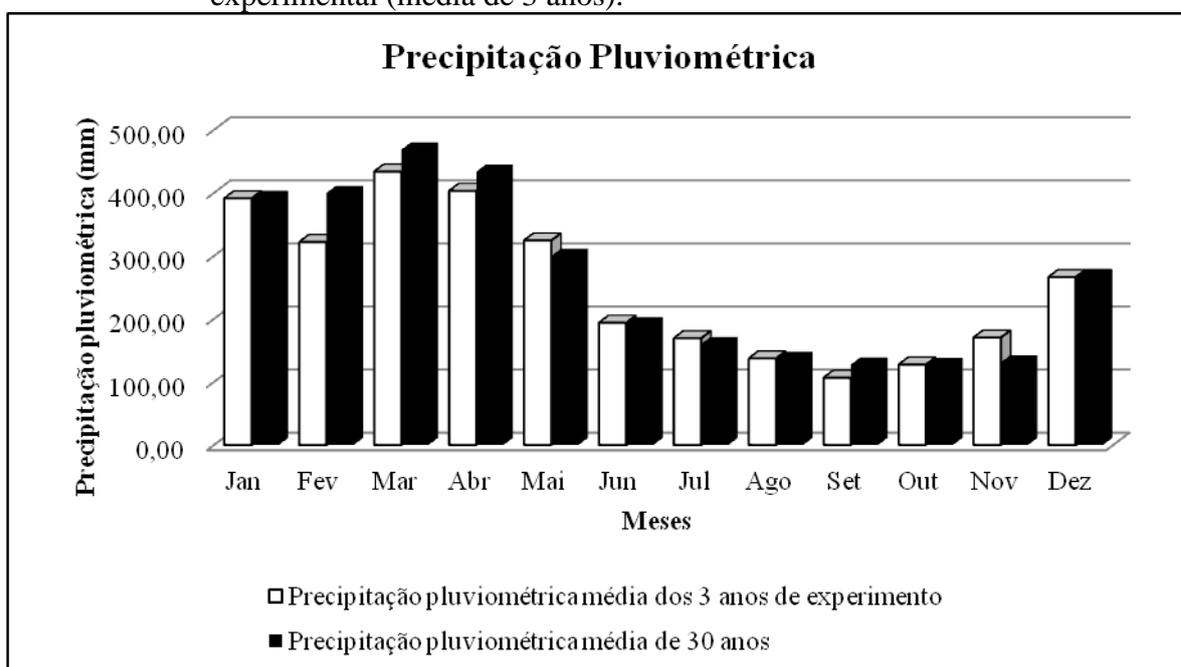
Objetivou-se com este estudo avaliar as características agronômicas e tecnológicas de três cultivares de cana-de-açúcar nas condições climáticas Af.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Central de Biotecnologia de Reprodução Animal (CEBRAN), localizada no município de Castanhal, Pará (65 m de

altitude, latitudes de 01° 18' S e longitude 47° 55' W), que faz parte da Universidade Federal do Pará (UFPA). O clima da região é do tipo Af, segundo Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007). Durante o período experimental (junho de 2010 a outubro de 2013) as médias anuais climatológicas foram: precipitação pluviométrica 3044,2 mm, temperatura média de 26,8°C, temperatura mínima de 22,2°C, temperatura máxima de 34,1°C e umidade relativa do ar 80,4% (Figura 3 e Tabela 6).

Figura 3 – Média da precipitação pluviométrica dos últimos trinta anos e do período experimental (média de 3 anos).



Fonte: Dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, Belém-PA INMET, (2014).

Tabela 6 – Médias da temperatura máxima, mínima e média anual dos últimos 30 anos e durante o período experimental (média dos três anos).

Meses	Temperatura (°C) média 30 anos			Temperatura (°C) média experimento		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Jan.	26,0	31,0	22,7	26,2	34,1	21,8
Fev.	25,8	30,7	22,8	26,1	33,9	22,2
Mar.	25,9	30,7	23,0	26,3	34,3	22,4
Abr.	26,2	31,1	23,1	26,4	33,7	22,2
Mai.	26,5	31,8	23,1	26,7	33,8	22,7
Jun.	26,5	31,9	22,8	26,7	33,7	22,1
Jul.	26,3	32,0	22,4	26,7	33,4	22,2
Ago.	26,7	32,5	22,5	27,1	34,3	22,2
Set.	26,8	32,7	22,5	27,3	34,8	22,2
Out.	27,0	32,6	22,4	27,3	34,6	22,0
Nov.	27,1	32,6	22,7	27,4	34,5	22,1
Dez.	26,7	32,1	22,8	27,0	34,1	21,8

Fonte: Dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, Belém-PA.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas de 4 m de comprimento e espaçadas a 1,0 m. Para avaliação da cultura foram descartadas as linhas da bordadura e 1,0 m das extremidades das linhas centrais, utilizando como área útil para avaliação os 2 metros lineares das 2 linhas centrais de cada parcela. Para caracterização química do solo foram coletadas amostras de solo para análise química. Os resultados da análise química do solo foram determinados antes da implantação do experimento e após cada corte (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de solo da área experimental nos três anos de cultivo.

	pH	MO (g/kg)	P (mg/dm ³)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	V%
				-----mmolc/dm ³ -----							--%--
Ano I	5,1	35,0	18,0	4,1	0,0	1,2	0,4	0,6	1,7	5,7	29,0
Ano II	6,0	19,5	25,0	3,5	0,1	3,0	0,8	2,9	3,9	7,3	53,2
Ano III	6,7	24,0	26,0	3,6	0,1	2,2	0,5	3,1	2,8	6,4	43,0

pH: potencial hidrogeniônico; MO – matéria orgânica; P – fósforo; H+Al – hidrogênio mais alumínio; Al – alumínio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; K – potássio; SB – saturação de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V% - porcentagem de saturação por bases. Solo Argissolo Amarelo, textura arenosa (VALENTE et al., 2001).

Para implantação do experimento aplicaram-se 2 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 90%), 60 dias antes do plantio. No preparo do solo, foram realizadas duas gradagens, sendo a primeira com grade aradora, e a segunda com grade niveladora. Em seguida foi realizada a sulcação para o plantio dos colmos, com espaçamento de 1,0 metro entre sulcos e com 0,25 m de profundidade. O plantio foi realizado manualmente no mês de junho do ano de 2010, sendo os colmos distribuídos nos sulcos na disposição pé com ponta, com densidade de 15 a 18 gemas por metro linear, sendo posteriormente seccionados.

As adubações de plantio, primeira e segunda cana-soca foram baseadas nos resultados da análise do solo para produção estimada de 100 t/ha, sendo aplicados 50, 120 e 120 kg/ha de N, 140, 70 e 40 kg/ha de P₂O₅ e 140, 150 e 160 kg/ha de K₂O com aplicação nos sulcos no plantio e por cobertura nos outros anos. Na segunda cana-soca ainda foi aplicado 1 t/ha de calcário dolomítico, PRNT 90%.

O controle de plantas invasoras foi realizado mediante a aplicação de herbicidas. Para pré-emergência foi aplicado o princípio ativo 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (500g/L), na dosagem de 3 l/ha, realizado após o plantio e a cada corte. Após 60 dias do plantio foi realizada a aplicação de herbicida com princípio ativo 3-chloro-5-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoylsulfamoyl)-1-methylpyrazole-4-carboxylic acid (750g/kg) para o controle da tiririca (*Cyperus rotundus*), na dosagem de 17,1 g/ha. Após 90 dias foi aplicado o N-(phosphonomethyl) glycine (480g/L), na dosagem de 3,2 l/ha, a

aplicação foi realizada com proteção (lona) das linhas da parcela para evitar aplicação do herbicida na planta de cana-de-açúcar. As aplicações foram executadas manualmente com bomba costal com jato dirigido, com o operador devidamente indumentado com os equipamentos de proteção individual (EPI).

As colheitas da cana-de-açúcar foram realizadas manualmente em todos os ciclos de cultivo, sendo que a planta estava com aproximadamente 13 meses de idade. Após o corte foram realizadas as seguintes avaliações relacionadas às características agrônômicas: produção de matéria natural em toneladas por hectare (PMN), mensurada após corte de todas as plantas da área útil do canteiro (4 m lineares), as quais foram imediatamente pesadas e calculadas para área de um hectare; número de colmos por metro linear (NColm): mensurado por contagem de todos os colmos da área útil do canteiro e dividida pelo comprimento total do sulco de plantio do canteiro; comprimento do colmo (CompC): mensurada em 20 colmos aleatoriamente escolhidos dentre os colmos colhidos para a estimativa da PMN. O CompC foi mensurado como a distância em centímetros da base da planta até a extremidade superior da qual a “olhadura” foi eliminada. Considerou-se “olhadura” a extremidade do colmo ainda envolta por folhas verdes, restando um colmo totalmente isento de folhas apicais; diâmetro do colmo (DiamC): mensurado nos mesmos 20 colmos da mensuração de CompC. O DiamC em centímetros foi mensurado com um paquímetro no internódio central do colmo.

Da área útil de cada canteiro foram retirados sete colmos aleatoriamente, identificados e encaminhados inteiros ao Laboratório da Usina PAGRISA, localizado no município de Ulianópolis, estado do Pará. Foram realizadas as avaliações das características tecnológicas: °Brix, pureza, Pol, açúcares redutores (AR), açúcares redutores totais (ART), umidade e fibra pelo método digestor a frio, conforme o manual de instruções da Consecana (2006).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com dois blocos, divididos em bloco espacial e temporal. Foram oito repetições por tratamento, sendo quatro blocos e duas repetições por bloco. As médias foram analisadas por análise de variância, sendo comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Para verificar se houve diferenças para os dados climáticos entre os anos experimentais realizou-se o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de probabilidade entre todos os anos.

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Devido à semelhança da topografia e solo da área experimental que possuía apenas 600 m² e pelo fato de não haver diferença para precipitação e temperaturas mínimas durante

os anos experimentais, os resultados foram discutidos levando-se em consideração apenas o efeito de tratamento (cultivares), desta forma os blocos foram considerados no delineamento apenas para diminuir a variância dos tratamentos, e desta forma, tornar o teste mais sensível.

Houve diferença ($P < 0,05$) para as características agronômicas (Tabela 8) não ocorrendo o mesmo para os atributos tecnológicos (Tabela 9).

Tabela 8 – Características agronômicas das cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima Af, médias dos três cortes.

Variáveis	IACSP93-6006	RB83-5486	SP79-1011	EPM
PMN (tMN/ha)	339,02a	250,16b	321,52a	22,47
NColm (m linear)	13,29a	12,05a	15,28b	0,47
CompC (m)	3,77a	3,73a	3,49b	0,05
DiamC (cm)	2,47a	2,28b	2,35b	0,02

PMN – produção de matéria natural; NColm – número de colmos; CompC – comprimento do colmo; DiamC – diâmetro do colmo; EPM – erro padrão da média.

As cultivares apresentaram elevada PMN, sendo as cultivares IACSP93-6006 e SP79-1011 superior à RB83-5486. Macêdo et al. (2012) avaliaram duas cultivares de cana-de-açúcar em clima tipo Cwa em condições de sequeiro e irrigado no período de déficit hídrico, encontraram como maior produção de matéria natural 103,0 t/ha em cultivo irrigado. A PMN apresentada pela cultivar RB83-5486 em seu trabalho foi de 84,0 t/ha em cultivo irrigado, bem abaixo da PMN encontrada no presente trabalho pela mesma cultivar (250,16 t/ha).

Os valores de PMN obtidos foram elevados quando comparados com trabalhos em outros tipos climáticos. Capone et al. (2011) avaliaram cana-de-açúcar nas condições climáticas Aw, encontraram produções que variaram de 58,8 a 136,9 t/ha. Nas condições de clima Am Oliveira et al. (2011) encontraram PMN que variaram de 116,79 a 192,91 t/ha, com cultivo de cana-de-açúcar irrigada. Produção semelhante foram encontradas por Oliveira et al. (2008) que avaliaram cultivares de cana-de-açúcar em clima tipo BSh, sob condições de irrigação, os valores obtidos variaram de 211 a 255 t/ha.

A cultivar SP79-1011 apresentou NColm (Tabela 8) superior as demais cultivares. Tal característica é de grande importância, uma vez que é correlacionada positivamente com a produtividade do canavial, sendo influenciada pela elevada temperatura e radiação solar, que favorecem o perfilhamento e sobrevivência dos perfilhos. Segundo Bezuidenhout (2003) em condições de maiores radiações solar a cultura tende a maior perfilhamento, assim como elevadas temperaturas também aumenta o perfilhamento, em torno de 25°C a 30°C (CASAGRANDE 1991 apud JADOSKI et al., 2010). Desta forma, a cultura de cana-de-açúcar nas condições ambientais em que foi cultivada tende a ter elevado número de colmos, devido a baixa latitude (1° 18') que

proporciona elevada radiação solar e temperatura, com uma média em torno de 26,8°C. Os valores de NColm obtidos são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2011) 13 colmos por metro linear para cultivares cultivadas em região com tipo climático Aw.

Houve diferença ($P > 0,05$) no CompC entre as cultivares, as cultivares IACSP93-6006 e RB83-5486 foram superiores à SP79-1011. De acordo com Shigaki (2003), avaliando cultivares de cana-de-açúcar sobre déficit hídrico verificou que o teor de umidade elevado no solo é o principal fator responsável pela maior alongação dos entre nós, o que explica os altos valores obtidos na presente pesquisa. Os valores obtidos foram semelhantes aos encontrados por Capone et al. (2011), que variaram de 3,13 a 4,13 m, nas condições de clima tipo Am. No entanto, esse valor obtido foi possível devido irrigação no período de déficit hídrico.

A cultivar IACSP93-6006 apresentou DiamC superior as demais cultivares, esta foi a característica agrônômica que apresentou menor variação. De acordo com Cesnik e Mioque (2004), todos os colmos podem ser considerados médios entre 2,0 e 3,0 cm, mostrando que esta variável é pouco influenciada pelo meio, constituindo-se numa característica intrínseca de cada cultivar.

Segundo Abreu et al. (2007) as características morfológicas podem ser empregadas para avaliar o desenvolvimento e a adaptação da cultura a um determinado ambiente, desta forma podemos afirmar que todas as cultivares avaliadas são adaptadas às condições climáticas Af.

Enquanto as características agrônômicas foram influenciadas positivamente pelas condições climáticas, os atributos tecnológicos (Tabela 9) apresentaram efeito negativo, ou seja, o acúmulo de sacarose não foi adequado quando comparado aos encontrados em outros trabalhos realizados em diferentes tipos climáticos (OLIVEIRA et al., 2011; MACÊDO et al., 2012).

Os atributos tecnológicos determinam a qualidade da matéria-prima para a indústria sucroalcooleira e são muito importantes visto que vão definir os rendimentos em açúcar e álcool. Ao compararmos os atributos tecnológicos obtidos com os valores padrões (Tabela 9) para processamento da cana-de-açúcar na indústria de álcool e açúcar, verificamos que em condições de clima tipo Af, não ocorre o acúmulo adequado de sacarose na planta, o que prejudica os rendimentos na indústria. Desta forma, o cultivo de cana-de-açúcar para fins da indústria sucroalcooleira em condições climáticas Af não são recomendadas, demonstrando que os fatores climáticos influenciaram diretamente sobre o comportamento da cultura.

Tabela 9 – Características tecnológicas das cultivares de cana-de-açúcar cultivada em clima Af, médias dos três cortes.

Variáveis	IACSP93-6006	RB83-5486	SP79-1011	Padrão*	EPM
°Brix (% caldo)	15,08	14,91	14,78	>18	0,11
Pol (% caldo)	11,61	11,11	11,29	>14	0,13
Pureza (% caldo)	76,96	74,82	76,56	>85	0,74
AR (% caldo)	1,68	1,64	1,65	<0,8	0,03
ART (% caldo)	14,54	14,43	14,31	>15	0,12
Umidade (% cana)	71,72	71,19	71,80	<70	0,23
Fibra (% cana)	13,18	13,65	13,52	11 a 13	0,21

°Brix – teor de sólidos solúveis do caldo da cana; Pol – teor de sacarose do caldo da cana; AR – açúcares redutores; ART – açúcares redutores totais; *Segundo Ripoli e Ripoli (2004); EPM – erro padrão da média.

O grande volume de chuvas durante o ciclo de cultivo prolongou o período vegetativo retardando a fase de maturação, e conseqüentemente, reduziu a concentração de sacarose no colmo. Durante todo o período experimental a média da precipitação pluviométrica total foi de 3044,18 mm, sendo o mês de setembro o que apresentou o menor índice pluviométrico, com 106,6 mm, comprovando que em nenhum momento as cultivares sofreram o estresse hídrico necessário para a maturação.

Dois fatores ambientais atuam de forma independente para que ocorra a maturação da cana-de-açúcar, a temperatura baixa e déficit hídrico, pois desta forma se não houver essa deficiência a cana permanecera vegetando e sem acumular sacarose (MARQUES et al., 2007). De acordo com Azevedo (1981) apud Capone et al. (2011), a diminuição da temperatura tem efeito direto na absorção de nutrientes, restringindo o desenvolvimento vegetativo e a maior parte dos açúcares produzidos é armazenada. Outro fator que estimula o acúmulo de sacarose na cana-de-açúcar é o estresse provocado pelo déficit hídrico que ocasiona redução da umidade do solo e reduz o teor de água nos tecidos da planta, desta maneira a desidratação força a conversão de açúcares redutores em sacarose (DELGADO; CESAR, 1977; AZEVEDO, 1981; CESAR et al., 1987 apud CAPONE et al., 2011). Lingle (1999) verificou que o conteúdo de água no colmo da cana-de-açúcar é inversamente proporcional ao conteúdo de sacarose, e a boa disponibilidade hídrica para a planta retarda o processo de maturação da cana-de-açúcar.

Oliveira et al. (2011) relatam que elevado teor de umidade no solo compromete o acúmulo de sacarose pela planta, o que correlaciona-se positivamente com a umidade e açúcares redutores, e negativamente com a sacarose. O que foi verificado no presente trabalho, nas condições clima Af as cultivares apresentaram valores de umidade e açúcares redutores elevados e acúmulo de sacarose insuficiente, ratificado pelos baixos valores dos parâmetros de °Brix, Pol, ART e Pureza.

Oliveira et al. (2012) obtiveram como média 24,31%, 20,98%, 18,34 e 85,38% para °Brix, Pol, ART e Pureza, respectivamente, em condições climáticas tipo Am. Capone et al. (2011) obteve valor de °Brix de 24,17%, para a cultivar RB83-5486 sob influencia do clima tipo Aw. Dantas Neto et al. (2006) sob as mesmas condições climáticas (Aw) encontraram valores de 19,08% e 17,75% para °Brix e Pol, respectivamente, para a cultivar SP79-1011. Nestas condições climáticas (Am e Aw) há período de seca, com diminuição da precipitação pluviométrica resultando em déficit hídrico para que ocorra a maturação da cana-de-açúcar.

O teor de fibra apresentados pelas cultivares estão acima do padrão para a indústria sucroalcooleira (Tabela 9). A fibra é importante para a sustentação das plantas, evitando o tombamento, sob as condições de climáticas Af as cultivares apresentaram elevado teor de fibra, e ainda assim, houve o tombamento das cultivares, dificultando a colheita mecanizada. Os valores de fibra são superiores aos obtidos por Oliveira et al. (2012) nas condições do clima tipo Aw, que encontraram valores de fibra variaram de 11,03 a 12,51. De acordo com Oliveira (2011), quanto maior for o período vegetativo maior serão os teores de fibra (OLIVEIRA, 2011).

4. CONCLUSÕES

As cultivares apresentaram altas produções por hectare, no entanto, os parâmetros tecnológicos foram insuficientes para serem usados na indústria e por isso não é recomendado o plantio de cana-de-açúcar em condições Af para fins industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.B.R. et al. Produção, características morfológicas e de maturação de cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de amadurecimento para uso na alimentação animal na região de Barbacena/Mg, Brasil. **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 2, p. 115-121, abr./jun. 2007.
- ALMEIDA, A.C.S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, set./out. 2008.
- AMARAL, R. C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- AMARAL NETO, J. et al. Composição químico-bromatológica da silagem de cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: Virgínia. v.1, 1990. 684 p.
- ARANDA, E. et al. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugarcane, urea and a protein supplement. **Livestock Production Science**, Shannon, v. 71, n. 2-3, p. 201-206, oct. 2001.
- ANDRADE, J.B. et al. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 287-296, jul./ago. 2003.
- ANDRADE, J.B. et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 341-349, dez. 2004.
- ARGENTON, P. E. **Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região de Piracicaba, São Paulo**. 2006. 110 f.. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2006, 110p.
- AZEVÊDO, J.A.G. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, nov./dez. 2003.
- BARBOSA, G.V.S. et al. **Novas variedades RB de cana-de-açúcar para Alagoas, Maceió**. Maceió, UFAL, Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 2000. Boletim Técnico 1, 16p.
- BEZUIDENHOUT, C.N. et al. A process based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**, Saint Louis, v. 76, n. 2, p. 589-599, may. 2003.

BONOMO, P. et al. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 53-59, mar. 2009.

CAPONE, A. et al. Avaliação do comportamento de quinze cultivares de cana-de-açúcar na região Sul do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 3, p. 70-78, aug. 2011.

CARDOSO, C.M.M. **Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes**. 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga.

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

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar safra2013/2014**.
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_12_20_10_56_08_boletim_cana_pt_ortugues_-_dez_2013_3o_lev_-_original.pdf. Acesso em 13 fev. 2014.

CONSECANA, Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool. **Manual de Instruções**. 5. ed., Piracicaba, 2006, 54 p.

CORRÊA, C.E.S. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 621-629, out./dec. 2003.

COSTA, H.N. et al. Effect of the rumen environment on ruminal in situ degradability of sugarcane. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. **Anais...** UFRGS.

CRUZ, P.G. et al. Fracionamento e cinética da fermentação ruminal *in vitro* dos carboidratos de cinco variedades de cana-de-açúcar. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 4, p. 784-793, oct./dec. 2010.

DANTAS NETO, J. et al. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 283–288, abr./jun. 2006.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

FARIAS, C.H.A. et al. Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em tabuleiro costeiro paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p.419-428, jul./ago.. 2009.

FERNANDES, M. A. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 30, n. 4, p. 1350-1357, jul./ago. 2001.

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

FERNANDES, A.M. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediária) em três idades de corte. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 977-985, jul./ago. 2003.

FREITAS, A.W.P. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 48-59, jan./fev. 2006.

GILBERT, R.A. et al. The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 95, p. 156-170, oct. 2006.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.12, p.3226-3232, dec. 2003.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 185-202, jun. 2005.

IZUMI, V.M. **Comparação entre as desembocaduras do complexo estuarino do Cassurubá (BA): características hidrográficas e hidrodinâmicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, p.136.

KEATING, B.A. et al. Modeling sugarcane production systems I: development and performance of the sugarcane module. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 61, p. 253-271, may. 1999.

KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro**. 2010. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.

JADOSKI, C.J. et al. Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 169-176, mai./ago. 2010.

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

LINGLE, S. E. Sugar metabolism during growth and development in sugarcane internodes. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p.480-486, mar./apr. 1999.

LIU, D.L.; KINGSTON, G.; BULL, T.A. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including sub optimum and supra-optimum temperature regimes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 119-139, mar. 1998.

MACÊDO, G.A. et al. Características agronômicas e químicas das variedades de cana-de-açúcar RB83-5486 e RB86-7515 sob irrigação e sequeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 599-603, mês. 2012.

MAGALHÃES, V. R. **Influências de doses de vinhaça nas características agronômicas de variedades de cana-de-açúcar, cana-planta e atributos químicos do solo**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-árido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

MAGALHÃES, A.L.R. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, mar./abr. 2006.

MAGALHÃES, A.L.R. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação:desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p.1292-1302, set./out. 2004.

MARCHIORI, L.F.S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

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

MARQUES, T.A. ; SILVA, W.H. Crescimento vegetativo e maturação em três variedades de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 54-60, jun. 2008.

MATSUOKA, S.; HOFFMAN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993, p.17-35.

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

MELLO, S.Q.S.et al. Parâmetros do valor nutritivo de nove variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 4, p. 373-380, out./dez. 2006.

MORAES, K.A.K. et al. Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1301-1310, jul. 2008.

MORENO, G.M.B. et al. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 853-960, abr. 2010.

MURARO, G.B. et al. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1525-1531, ago. 2009.

NASSIF, D.S.P. **Parametrização e avaliação do modelo DSSAT/CANEGRO para variedades brasileiras de cana-de-açúcar**. 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press. 2001. p. 14.

NUNES, L.B. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros**. 2011. 54 f.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

OLIVEIRA, F.M. et al. Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 832-840, nov./dez. 2012.

OLIVEIRA, F.M. et al. Crescimento e produção de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e estresse hídrico. **Revista Trópica**, Chapadinha, v. 5, n. 1, p. 56-68, abr. 2011.

OLIVEIRA, E.C.A. et al. Rendimento de colmo e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no Nordeste, sob dois sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 2008. p. 756-761.

OLIVEIRA, M.D.S. et al. Efeito da hidrólise com cal virgem sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 14, n. 1, p. 9-17, jan./jul. 2008.

OLIVEIRA, M.D.S. et al. Digestibilidades da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 41-50, jan./mar. 2007.

OLIVEIRA, R.A. et al. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 71-76, abr./jun. 2007.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 128 p.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, oct. 2007.

PRESTON, T.R. Nutrition limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 877-883, apr. 1982.

RABELO, C.H.S. et al. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estágios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 368-373, fev. 2014.

RAMESH, R. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal Agronomiy & Crop Science**, Malden, v. 185, n. 2, p. 83-89, sep. 2000.

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

ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Avaliação de variedades de cana-de-açúcar para produção de cachaça artesanal e aproveitamento de subprodutos na alimentação de bovinos confinados. **Universidade Estadual de Montes Claros**, 2005.

RODRIGUES, A.A. et al. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 1-4.

RODRIGUES, A.A. et al. Qualidade de dez variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 1-4.

RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1111-1113.

RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 133-1338, dez. 1997.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate an protein system for evaluation for cattle diets: Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3551-3581, nov. 1992.

SANTOS, V.P. **Tamanho de partículas da cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de vacas e cabras em lactação**. 2010. 121f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba.

SANTOS, A. C. A. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado – MS**. 2008, 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, 2008.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. **Atualizações em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006, 415p.

SIQUEIRA, G.R. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 991-1008, out./dez. 2012.

SILVA, M.A. et al. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar visando alimentação Animal no município de Gália (SP). **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 61, n. 2, p. 127-134, dez. 2004.

SILVA, E.A. et al. Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p.102-119, jul./ago. 2007.

SHIGAKI, F. **Variedade de cana-de-açúcar para alimentação bovina cultivadas sob condições de déficit hídrico**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, nov. 1992.

SOCICANA. Associação dos Fornecedores de Cana de Guariba. Disponível em: <http://www.socicana.com.br/variedadescana/2012-10-31-11-22-catalogodeVariedadesRB.pdf>. Acesso em: 14 de fev 2014.

STONE, P.J.; SORENSEN, I.B.; JAMIESON, P.D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperature climate. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 63, n. 2, p. 169-178, sep. 1999.

STUPIELLO, J.P. Relação açúcares redutores/cinzas. **STAB**. Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 10, nov./dez. 2000.

TASSO JÚNIOR, L. C. et al. Avaliação tecnológica em caldo de seis cultivares de cana-de-açúcar com ciclo de maturação no meio de safra, ano agrícola 2009/2010. IN: **WORKSHOP AGROENERGIA**, 6., 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2012.

TAVARES, O.C.H.; LIMA, E.; ZONTA, E. Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 61-68, abr/jun. 2010.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. Accounting for the effects of a ruminal deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 6, p. 1648-1658, jun. 2000.

TORRES, R.A.; RESENDE, H. Os fundamentos da cultura da cana In: **Forrageiras para o gado leiteiro**: DIAS, J.C.; COSTA, J.L. Embrapa - CNPGL/Juiz de Fora, 1997, p. 101-104.

TOWNSEND, C.R. et al. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros em Rondônia. **Revista Científica Produção Animal**, Areia, v. 8, n. 2, p. 15-20, jul./dez. 2006.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition Ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, oct. 1991.

VALADARES FILHO, S.C. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 3. ed. CQBAL 3.0. Viçosa, MG:DZO, 2010, 502p.

VALENTE, M.A. et al. Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Castanhal, estado do Pará. (Documentos n. 119), Embrapa, p.14. 2001.

VIANA, P.T. et al. Fracionamento de carboidratos e de proteínas das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 2, p. 292-297, fev. 2012.

VOLTOLINI, T.V. et al. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, n. 13, v. 4, p. 894-901, out./dec. 2012.