

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

COMPETIÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
PARA FORRAGEM NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Autora: Janieire Dorlamis Cordeiro Bezerra  
Orientadora: Profa. Dra. Geane Dias Gonçalves Ferreira

GARANHUNS  
ESTADO DE PERNAMBUCO  
Fevereiro - 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

COMPETIÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
PARA FORRAGEM NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Autora: Janieire Dorlamis Cordeiro Bezerra  
Orientadora: Profa. Dra. Geane Dias Gonçalves Ferreira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Área de Concentração: Produção de Ruminantes.

GARANHUNS  
ESTADO DE PERNAMBUCO  
Fevereiro - 2014

Ficha Catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

B574c Bezerra, Janieire Dorlamis Cordeiro  
Competição de variedades de cana-de-açúcar para  
forragem no agreste de Pernambuco / Janieire  
Dorlamis Cordeiro Bezerra.-Garanhuns, 2014

98f.

Orientador: Geane Dias Gonçalves Ferreira  
Dissertação (Ciência Animal e Pastagem) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de  
Garanhuns, 2014.  
Inclui anexo e bibliografias

CDD: 633.2

1. Forragem - Produção
  2. Cana-de-açúcar
  3. Forragem - Pernambuco
- I. Ferreira, Geane Dias Gonçalves  
II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

COMPETIÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
PARA FORRAGEM NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

Autora: Janieire Dorlamis Cordeiro Bezerra  
Orientadora: Profa. Dra. Geane Dias Gonçalves Ferreira

TITULAÇÃO: Mestre em Ciência Animal e Pastagem

Área de Concentração: Produção de Ruminantes

APROVADA EM \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade  
PPGCAP/UFRPE

---

Prof. Dr. Glessner Porto Barreto  
UAG/UFRPE

---

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira  
DZ /UFRPE

---

Prof. Dr. José Maurício de Sousa Campos  
(Co - Orientador)  
UAG/UFRPE

*Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.*

*(Chico Xavier)*

*A Deus  
Aos Meus pais Edenildo C. Leonardo e Marinalda B. B. Leonardo (incondicionalmente)  
Ao Meu amado, José Ribamar S. do Nascimento Júnior*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus

Aos meus pais, Edenildo e Marinalda, pelos princípios de educação e respeito trabalhados durante a minha vida, ensinando, também, a ter fé e paciência, a nunca desistir.

Ao meu namorado, José Ribamar, pelas ajudas na condução do experimento, nas análises de laboratório, na paciência e compreensão e no companheirismo.

Aos meus co-orientadores Mauro Wagner e José Mauricio, pelas orientações durante todas as etapas desta dissertação, pela parceria e amizade construídas durante esses dois anos e pelo enriquecimento acadêmico na minha formação.

A minha orientadora, prof<sup>ª</sup> Dra. Geane Dias.

Ao senhor José Quirino e família e a Nadir e família, que cederam o espaço em suas fazendas e me apoiaram na condução do experimento, pela amizade firmada e pelo carinho e consideração. Ao Sr. Zé Quirino, em especial, minha grande admiração pela simplicidade e extrema inteligência, a qual contribuiu para o meu aprendizado.

Às senhoras Cota e Preta, por me acolherem em sua casa, me concedendo moradia e alimentação quando o senhor José Quirino precisava viajar.

Agradeço toda comunidade do sítio Cruz e Baraúnas, meus parceiros de viagem no pau-de-arara, pelos momentos de descontração e risos durante o trajeto para o estudo.

Ao professor Albericio, pela amizade e orientações na construção desta dissertação e pelos conselhos dados para a minha formação.

À coordenação do PPCAP (Professora Karla Andrade e Professor André Magalhães), pela oportunidade de cursar disciplinas em outras instituições e enriquecer ainda mais a minha formação e contatos acadêmicos, pela ajuda no experimento e pelos conselhos.

Aos professores Willian Gonçalves, Omer Cavalcante, Márcio Moura, Kedes Pereira, Airon Melo, Romualdo Lima, Gustavo Duda, Marcelo de Andrade e Cesar

Badji e aos melhoristas de cana-de-açúcar Djalma Euzébio e Gerson Quirino, que sempre estiveram à disposição a qualquer necessidade que eu tivesse, sanando as minhas dúvidas e/ou ajudando na logística da implantação do estudo, na coleta das amostras e no laboratório. Agradeço também a professora Stefanie Alvarenga, da UFBA, pelas orientações estatísticas.

À Usina Triúnfo de Boca da Mata - AL, por conceder o espaço e os funcionários para a realização das análises de qualidade de caldo desse estudo, e em especial ao Sr. Manoel Gomes, que me deu todo o apoio para a realização dessas análises.

Aos professores Joao Rufino e Glessner Barreto, pelas orientações e conselhos concedidos durante a minha graduação, tanto na extensão como na monitoria, pois me direcionaram a seguir a vida acadêmica.

Aos colegas do mestrado, Dauripeq, Kelly, Jailson, Marla, Stefanny, Eldânia, Diana, Isabel, Leones, Suelane, Amelinha, Fábria, Helton, Liberato, Wilma, Wilka, Ricardo, Hélio, Felipe, Nathallia, Carlos Eduardo, Luciana, Jucelane, Chico, Rodrigo e demais, pela parceria, ajuda, amizade e os bons momentos.

Aos colegas de Laboratório, Angélica, Géssica, Italvan, Socorro, Suellen, Cleia, Gizza, Andreza, Andrelli, Natalia, Gabriel, Alison, Danilo, Wanderson, Juliana, Leandro, Luiz Morotó, Arivonaldo, Tássio, Ana Lu, Ana Gisele, Claudinha e aos demais colegas.

Aos Funcionários da UAG, Cláudio, Paula, Jair, Ivanildo, Milla, Isabelle, João Sales, Cesar, Valter, Eraldo, Cezar, Álvaro, Amadeu, Valdeline, Alcione, Cristiane, Edjane, Edvânia e demais funcionários.

À CAPES e ao CNPq, pelo fomento.

**MUITO OBRIGADA!!!**



## BIOGRAFIA

JANIEIRE DORLAMIS CORDEIRO BEZERRA, filha de Edenildo Cordeiro Leonardo e Marinalda Barros Bezerra Leonardo, nasceu em Garanhuns - PE no dia 29 de maio de 1987.

Ingressou no curso de Zootenia no ano de 2006.2, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), obtendo o título de Bacharel em Zootecnia no dia 26 de Agosto de 2011.

Durante a graduação foi bolsista de extensão nos anos de 2009 a 2010 em dois Projetos ligados a qualidade do leite e de seus derivados. Foi Monitora das disciplinas de Plantas Forrageiras e Pastagens I e II e de Agrostologia e Bolsista de iniciação científica (PIBIC) na área de Forragicultura entre os anos de 2010 e 2011.

Em Agosto de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Animal e Pastagens pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns - UFRPE/UAG, concentrando seus estudos na linha de pesquisa de ecofisiologia e sistemas de produção de plantas forrageiras e desempenho de animais em pastejo.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE APÊNDICE .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I - INTRODUÇÃO GERAL .....	1
II - REVISÃO DE LITERATURA .....	3
<b>1.1 Histórico da cana-de-açúcar no mundo e no Brasil</b> .....	3
<b>1.2 Panorama atual da cana-de-açúcar</b> .....	5
<b>1.3 Condições edafoclimáticas</b> .....	6
<b>1.4 Aspectos fisiológicos da cana-de-açúcar</b> .....	7
<b>1.5 Práticas que melhoram o ambiente de produção</b> .....	8
<b>1.6 Manejo varietal de cana-de-açúcar</b> .....	10
<b>1.7 A Bacia Leiteira de Pernambuco e a produção de volumosos</b> .....	12
<b>1.8 Utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal</b> .....	13
III - CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
IV - CAPÍTULO I - PRODUÇÃO, BIOMETRIA E ESTADO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM .....	22
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	24
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29

<b>CONCLUSÃO</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41
V - CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E QUALIDADE DO CALDO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM .....	45
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	47
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	48
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>CONCLUSÃO</b> .....	62
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
VII - APÊNDICE .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
VII - ANEXO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## LISTA DE TABELAS

	Página
REVISÃO DE LITERATURA	
TABELA 1 - Características das variedades RB com provável adaptação para o agreste de Pernambuco.....	10
CAPÍTULO I – PRODUÇÃO, BIOMETRIA E ESTADO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM	
TABELA 1 - Características das variedades de cana-de-açúcar avaliadas.....	26
TABELA 2 – Resultado das análises químicas de solo da área de plantio de cana-de-açúcar nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm.....	26
TABELA 3 – Valores médios do índice de área foliar e dos seus componentes.....	30
TABELA 4 – Teor de macro e micronutrientes no terço médio da folha +3 de cinco variedades de cana-de-açúcar aos 239 dias após o plantio.....	33
TABELA 5 – Biometria de variedades de cana-de-açúcar.....	36
TABELA 6 – Interação variedades e dias após plantio da biometria de variedades de cana-de-açúcar.....	37
TABELA 7 – Produtividade de cana-de-açúcar total e fracionada em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, em matéria natural (MN) e seca (MS).....	39
TABELA 8 – Interação variedades e dias após plantio da produtividade de cana-de-açúcar total e fracionada em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, em matéria natural (MN) e seca (MS).....	40
CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E QUALIDADE DO CALDO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM	

TABELA 1 – Características das variedades de cana-de-açúcar avaliadas.....	48
TABELA 2 – Resultado das análises químicas de solo da área de plantio de cana-de-açúcar nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm.....	49
TABELA 3 – Composição bromatológica de cinco de variedades de cana-de-açúcar.....	55
TABELA 4 – Fracionamento de carboidratos de cinco variedades de cana-de-açúcar.....	58
TABELA 5 – Qualidade do caldo de cinco variedade de cana-de-açúcar avaliadas em duas épocas.....	60

## LISTA DE APÊNDICE

	Página
TABELA 1A – Índice de área foliar e seus componentes de cinco variedades de cana-de-açúcar.....	68
TABELA 2A – Variáveis biométricas de cinco variedades de cana-de-açúcar.....	69
TABELA 3A – Produtividade de cana-de-açúcar total e fracionada em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, em matéria natural (MN) e seca (MS).	70
TABELA 4A – Estado Nutricional de cana-de-açúcar aos 239 DAP.....	71
TABELA 5A – Composição bromatológica de cinco variedades de cana-de-açúcar (parte 1).....	72
TABELA 5A – Composição bromatológica de cinco variedades de cana-de-açúcar (parte 2).....	73
TABELA 6A – Fracionamento de carboidratos e teores de energia de cinco variedades de cana-de-açúcar.....	74
TABELA 7A – Qualidade do caldo de cinco variedades de cana-de-açúcar.....	75

## LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I – PRODUÇÃO, BIOMETRIA E ESTADO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM	
FIGURA 1 – Precipitação, lâmina de água e temperatura média durante o ciclo da cultura.....	27
CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E QUALIDADE DO CALDO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM	
FIGURA 1 – Precipitação, lâmina de água e temperatura média durante o ciclo da cultura.....	50

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar as melhores variedades de cana-de-açúcar para o agreste de Pernambuco, sob irrigação complementar, para a alimentação animal. O estudo foi conduzido na Fazenda Baraúnas, município de Garanhuns-PE. Foram avaliadas cinco variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, em sistema de irrigação complementar, entre os meses de dezembro de 2011 a janeiro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. As variedades de cana-de-açúcar avaliadas apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos componentes do IAF, exceto área foliar (AF), entretanto sem afetar o IAF que não diferiu entre as variedades. A maioria dos teores de macro e micronutrientes no terço médio da folha +3, à exceção do nitrogênio (N), potássio (K) e cobre (Cu), diferiu entre as variedades de cana-de-açúcar avaliadas. Nas análises biométricas houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) entre as variedades e as épocas de cortes avaliadas nas variáveis de produção de matéria natural (MN), internódios descobertos (ID) e densidade dos colmos (DEC). Para as partes fracionadas houve efeito ( $P < 0,05$ ) de época de corte para a quantidade de MN e MS produzida de ponteiros e MS de folhas verdes que foram maiores aos 407 DAP. Houve diferença significativa entre as variedades nas variáveis MS, MO, MM, PB, EE, NIDA/N, NIDN/N, NDT, ED, EM e EL. Com relação às épocas, observou-se que apenas as variáveis MS e DIVFDN apresentaram diferença significativa, onde a MS foi inferior e a DIVFDN superior aos 483 DAP. Nas demais variáveis, tanto as variedades como as épocas foram semelhantes. No fracionamento de carboidratos, apenas as variáveis CHT e A+B1 apresentaram diferença estatística entre as variedades, as demais foram semelhantes entre as épocas e entre as variedades. Com relação à qualidade do caldo, houve diferença significativa entre as variedades e entre as épocas para as variáveis Fenóis,  $Pol_{cana}$ ,  $Pol_{caldo}$ , Pureza,  $AR_{cana}$ ,  $AR_{caldo}$  e ATR. As variáveis Brix, FDN/BRX e FDN/POL apresentaram diferença somente entre as variedades e nas demais variáveis não houve diferença. As variedades RB 867515 e a RB 943365 apresentaram os melhores desempenhos, tanto para as características agrônômicas como bromatológicas e de qualidade do caldo para as condições observadas durante a condução deste estudo.



## ABSTRACT

The experimental design was randomized blocks. The varieties of sugarcane evaluated showed differences ( $P < 0,05$ ) for most components of the LAI, except leaf area (LA), however without affecting the LAI did not differ between the varieties. Most levels of macro and micronutrients in the middle third of the leaf +3, except for nitrogen (N), potassium (K) and copper (Cu), differed among the varieties of sugarcane evaluated. In the biometric analyzes interaction effect was observed ( $P < 0,05$ ) between varieties and seasons of cuts in the variables evaluated for the production of natural matter (NM), discovered internodes (DI) and density of stems (DES). For parties fractionated was no effect ( $P < 0,05$ ) of time to cut the amount of MN and MS and MS produced pointers green leaves were higher at 407 DAP . There were significant differences among varieties in DM, OM, MM, CP, EE, NDIN/N, ADIN/N, TDN, DE, ME and LE variables. Regarding timing, it was observed that only the MS and IVNDFD variables showed significant differences , where MS was inferior and superior to 483 DAP IVNDFD. The other variables, as both varieties were similar ages. In the fractionation of carbohydrates, only the CHT and A + B1 variables showed statistical differences between varieties, the others were similar between seasons and between varieties. With regard to the quality of the broth was no significant difference between varieties and between seasons for Phenols,  $Pol_{stem}$ ,  $Pol_{juice}$  Purity  $Ar_{juice}$ ,  $AR_{stem}$  and ATR variables. The Brix, NDF/NDF and BRIX/POL variables showed differences only between the varieties and the other variables did not differ. The RB 867515 and RB 943365 varieties showed the best performance for both agronomic and nutritive value and quality of the broth to the conditions observed during the conduct of this study.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção leiteira do Brasil é a quinta maior do mundo e está entre os seis produtos mais importantes da agropecuária nacional, com uma produção de 31,9 milhões de toneladas anuais, na qual a representatividade da Região Nordeste é de 13%. Salienta-se que boa parte dessa produção está inserida em regiões semiáridas, ascendendo bacias leiteiras de importância no contexto socioeconômico e espacial, como é o caso da bacia leiteira de Pernambuco, a segunda maior do Nordeste e a oitava maior do Brasil.

Destaca-se que entre 1998 a 2008 o Estado de Pernambuco apresentou um crescimento de 173% no quantitativo de leite produzido, atraindo grandes indústrias de laticínios do país. No entanto, o estado ainda não é autossuficiente no abastecimento de lácteos, importando-os de outras regiões. Dessa forma, os sistemas de produção de leite de Pernambuco necessitam de sustentabilidade econômica.

Um dos grandes gargalos da cadeia produtiva é a baixa quantidade de volumosos. No entanto, para reverter ou minimizar a situação, deve-se gerenciar adequadamente o sistema de produção, com a utilização de forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas e a averiguação da possibilidade de irrigação, bem como o tipo de irrigação mais viável. Das forrageiras adaptadas para esta região, destaca-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), que possui potencial biológico próximos a 350 t ha<sup>-1</sup> ano.

A cana-de-açúcar pode ser utilizada de forma *in natura*, para a produção de açúcar, álcool, aguardente, rapadura e melaço. Esta versatilidade de utilização a faz geradora de divisas, estimulando, cada vez mais, as áreas de produção desta cultura que, conseqüentemente, fomenta o Brasil como maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo, salientando que na safra de 2012/2013 a produtividade estimada foi de 69,4 t ha<sup>-1</sup>.

O melhoramento da cana-de-açúcar é voltado para a produção industrial de açúcar e álcool, porém algumas variedades possuem potencial forrageiro, destacando a sua alta produção de matéria seca e fibra, que podem ser utilizados em conjunto com alguns alimentos como a palma, a qual é pobre nestes dois aspectos. A seleção de variedades de cana-de-açúcar para a indústria possui íntima relação com a seleção de cana-de-açúcar com fins forrageiros, uma vez que a sacarose é a interseção desses dois sistemas. Esse autor ainda atenta para algumas características relevantes para a escolha de uma cana-de-açúcar forrageira que, de forma geral, devem apresentar: resistência a pragas e doenças, ausência de florescimento, adaptabilidade, resistência ao tombamento, facilidade de colheita, qualidade da fibra e bom valor nutritivo (VN). O melhoramento genético de cana-de-açúcar, visando a nutrição animal, além de buscar maiores teores de sacarose, necessita realizar melhoramento na qualidade da fibra.

Cerca de 80% da matéria seca das forragens produzidas nas pastagens estão disponíveis apenas na época quente e chuvosa do ano. Com isso, há irregularidades no sistema produtivo onde o rebanho ganha peso em uma estação e perde na outra, acarretando em baixos índices zootécnicos. Desta forma, a utilização da cana-de-açúcar é uma alternativa para disponibilizar uma fonte de volumoso durante a estação seca. Esta gramínea, além de possuir a colheita na época seca, possui outros atributos como o baixo custo por unidade de massa, fácil cultivo e manejo e persistência da cultura em termos de conservação de sua qualidade a campo. Estes mesmos autores ainda salientam a necessidade de identificar a qualidade de cada nutriente que pode ser utilizado pelos animais e, assim, no balanceamento adequado da dieta e, conseqüentemente, atender as exigências nutricionais.

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal deve levar em consideração não somente a produtividade das variedades, como também a qualidade nutricional. Essa qualidade pode ser analisada por meio da composição química da forragem, qualidade do caldo, estado nutricional da planta, avaliações histológicas, de digestibilidade e da cinética de degradação. Portanto, a avaliação detalhada dos alimentos, bem como a dinâmica dos nutrientes, possibilita selecionar os genótipos que contribuam para uma melhoria da produção ou, pelo menos, assegurar a produtividade, sobretudo em períodos desfavoráveis.

Objetivou-se com este trabalho determinar as melhores variedades de cana-de-açúcar para o agreste de Pernambuco, sob irrigação complementar, para a alimentação animal.

## REVISÃO DE LITERATURA

O cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no Brasil data do período colonial, no qual a região nordestina se destacou tanto pelas características edafoclimáticas, proporcionando um bom desenvolvimento desta gramínea, como pela sua posição geográfica, favorecendo o escoamento da produção dos canaviais para a Europa (NARITOMI, 2007). Agronomicamente, a cana-de-açúcar é uma gramínea tropical, de metabolismo C<sub>4</sub> e que é afetada por variáveis como temperatura, luminosidade, água e nutrientes. É uma cultura semi-perene, com colheita ocorrendo durante o período seco. É uma gramínea rústica, com desenvolvimento radicular bastante agressivo (EMBRAPA 2011a; FORTES 2003; KLEIN 2010; RODRIGUES, 1995). Dentre as vantagens da utilização da cana-de-açúcar como forrageira, destacam-se: sua alta produção por unidade de área e facilidade de cultivo, mantém seu valor nutritivo durante o período de seca, apresenta baixo custo por unidade de matéria seca produzida e é uma fonte de energia de baixo custo (OLIVEIRA et al., 2007a).

### 1.1 Histórico da cana-de-açúcar no mundo e no Brasil

O centro de origem desta gramínea ocorre entre as proximidades do sudeste da Indochina e Oceania. Taxonomicamente, a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma Magnoliophyta que faz parte da família Poacea, tribo *Andropogoneae* e gênero *Saccharum*. Segundo Heerdt (2008), na formação da cana-de-açúcar cinco gêneros provavelmente contribuíram para a sua formação: *Saccharum*, *Erianthus*, *Sclerostachya*, *Narenga* e *Miscanthus*.

A maioria dos autores considera a existência de seis espécies: *S. officinarum* L. (2n= 80); *S. barberi* Jeswiet (2n=81-124); *S. sinensis* Roxb. (2n=110-120); *S. edule* Hassk. (2n=60-80); *S. spontaneum* L. (2n=40-128) e *S. robustum* Brandes e Jewiet ex Grassl (2n=60-205), sendo que as duas últimas são consideradas como espécies

selvagens. Das seis espécies citadas, as que atualmente possuem maior contribuição no melhoramento genético são *S. officinarum* L. e *S. spontaneum* L., no qual a *S. officinarum* L. contribui com 80% e *S. spontaneum* L. com 10 a 15%. As demais espécies são pouco utilizadas por motivos como esterilidade, colmos finos a médios e ausência de rizomas (D'HONT et al., 1996; MATSUOKA et al. 2005).

Nas Américas, sua introdução ocorreu no século XVI, na época das grandes navegações, por meio de Martim Afonso de Souza. A primeira espécie introduzida no Brasil foi a *S. officinarum* L., conhecida também como “cana nobre” pelas suas características como: cor brilhante, colmos grossos e suculentos, altos teores de sacarose e características que se enquadram no perfil industrial. Foi amplamente utilizada, com destaque para as variedades Caiana (principal variedade introduzida no Brasil), as do grupo Cheribon (Cristalina, Listada, Roxa ou Preta e a Rosa ou Vermelha) e a Salangor. No entanto, essas variedades se tornaram cada vez mais susceptíveis ao ataque de pragas e doenças, havendo necessidade de realizar melhoramento genético para introduzir no mercado variedades mais adaptadas, resistentes a doenças e com boa produtividade (MATSUOKA et al., 2005).

Os primeiros indícios do melhoramento no Brasil ocorreram durante o final do século XIX. Neste período, os donos de engenho realizavam um melhoramento empírico que deram origem a cultivares como São Julião, a partir do cruzamento das variedades Caiana x Cana-Mole e da variedade Manteiga, que foi resultante do cruzamento das variedades Cana Ubá x Cana Roxa, ambas desenvolvidas em 1870 (MATSUOKA et al., 2005).

O melhoramento genético de cana mais científico ocorreu a partir das instalações de programas no início do século XX, quando, em Pernambuco, duas estações experimentais foram implantadas: uma era a de Escada e a outra a de Curado. A partir deste momento foram surgindo diversos programas de melhoramento da cana-de-açúcar. Ao todo existiram 13 programas, no entanto, apenas quatro estão ativos: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); Universidades Federais/RIDESA (RB), Canavialis (CV) e o Centro Tecnológico Canavieira (CTC) (BRESSIANI et al., 2006; MATSUOKA et al., 2005). Cada cultivar comercial desenvolvida por estes programas recebem uma nomenclatura específica, na qual as siglas IAC, CTC, RB, CV, dentre outras, indicam o programa responsável pelo cruzamento e seleção, sendo que os dois primeiros números (86, 92, 94, 98, por exemplo) indicam o ano de cruzamento e os demais números especificam o clone.

No Brasil o melhoramento genético de cana-de-açúcar é voltado fortemente para produção industrial. Todavia, alguns critérios, como o teor de sacarose, são pontos em comum entre a seleção de variedades, tanto para a indústria, como para a alimentação animal.

No ano de 2002 o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou uma variedade de cana-de-açúcar melhorada especificamente para a produção de forragem; trata-se da variedade IAC86-2480. Segundo Jacovetti (2010) esta variedade possui o crescimento ereto, bainha aderida fracamente ao colmo, o que consequentemente facilita a desfolha natural, e possui uma boa relação entre o teor de fibra e a quantidade de açúcar. Segundo o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2011) esta variedade, que apresenta baixa relação FDN/sacarose aparente, confere melhor digestibilidade, possuindo bons resultados de manejo e ganhos de peso animal. No entanto, outras variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros como a RB 83-5486, apresentam características superiores à IAC86-2480, tais como melhores relações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e FDN/Carboidratos solúveis (FREITAS et al., 2006). Marques e Silva (2008) analisando as variedades IAC86-2480 e a RB 86-7515, observaram a superioridade desta última para as variáveis Brix (sólidos solúveis), Pol (sacarose aparente), AF (área foliar) e MS (matéria seca), caracterizando o índice de produtividade da IAC86-2480 como inadequado para a produção de forragem.

## **1.2 Panorama atual da cana-de-açúcar**

A produção de cana-de-açúcar no Brasil continua em expansão, com crescimento de 10,3% em comparação à safra anterior (2012), o que corresponde a um acréscimo de 69.143.634 toneladas. A área de cultivo também cresceu, com expansão de 377.326 ha (4%). Atualmente, a Região Sudeste se destaca como a maior região produtora de cana-de-açúcar, com uma representatividade de 62,3% da produção na safra de 2013 (IBGE, 2013). Desta região, destaca-se o estado de São Paulo, que detém cerca de 80% da produção desta região. A região Nordeste se destaca em terceiro lugar (13,2%), no qual o estado de Pernambuco é o segundo maior produtor (IBGE, 2013).

No Brasil as variedades mais plantadas e cultivadas na safra de 2012 foram às desenvolvidas pelo programa de melhoramento da RIDESA (62%) e as cultivares que recebem a sigla SP (28,7%). As três variedades mais cultivadas foram a RB 867515

(26,4%), SP 813250 (12,9%) e RB 855453 (5,6%) e as mais plantadas foram a RB 867515 (28,9%), SP 813250 (11,2%) e RB 92579 (7,7%). No Estado de Pernambuco as variedades mais plantadas e cultivadas também são as que recebem a sigla RB (52,3%) e SP (38,5%). As mais plantadas foram a RB 92579 (36,4%), RB 867515 (18,8%) e SP 784764 (7,4%) e as mais cultivadas foram a RB 92579 (24,8%), SP 784764 (17,3%) e SP 791011 (RIDESA, 2012).

### 1.3 Condições edafoclimáticas

A característica dessa cultura é de se desenvolver bem em estações quentes e longas. A cana-de-açúcar é cultivada em latitudes que variam de 35° N a 30° S, em altitudes de até 1.000 m e em temperaturas médias que variam de 21 a 47 °C, desde que a umidade seja adequada (DOORENBOS; KASSAM, 1994; RODRIGUES, 1995). No entanto, a temperatura média ideal é de 30 °C e temperaturas acima de 38 °C podem aumentar a respiração e diminuir a fotossíntese. Além disso, cada fase da cultura possui uma temperatura ideal específica, por exemplo, para o perfilhamento (40 a 120 dias após o plantio (DAP) e crescimento dos colmos (120 a 270 DAP), por volta dos 30 °C, desde que a umidade do ar seja de 80% (DIOLLA; SANTOS, 2010; RODRIGUES, 1995; SANTOS et al., 2009).

A escolha da cultivar influencia no crescimento do canavial, pois a maturação das variedades pode ser precoce, média ou tardia. Quanto às condições climáticas, além da temperatura, as altas taxas de luminosidade proporcionam colmos mais grossos e mais curtos, com folhas mais longas e mais verdes e perfilhamento mais intenso. O fotoperíodo de 10 a 14 h é considerado adequado. As condições hídricas pluviais devem estar entre 1.100 e 1.500 mm, desde que bem uniformes, tendo em vista que o consumo médio da cana-de-açúcar planta é de 3,3 mm dia<sup>-1</sup> e da cana-de-açúcar soca de 3,2 mm dia<sup>-1</sup>. Salienta-se que para cada grama de matéria seca da cana-de-açúcar são necessários de 148 a 300 g de água (DIOLLA; SANTOS, 2010; RODRIGUES, 1995).

Com relação à umidade relativa, os valores de 80 a 85% favorecem um alongamento rápido durante a fase de crescimento, e umidades entre 45 a 65%, sob estresse, favorece o amadurecimento (SANDRE; FIORELLI, 2009).

Três principais fatores condicionam a maturação da cana-de-açúcar: temperaturas mais baixas, estado nutricional e deficiência hídrica. À medida em que ocorre a diminuição da temperatura, ocorre uma diminuição na absorção de nutrientes, o

crescimento vegetativo cessa e há um maior acúmulo de sacarose. O estresse hídrico reduz o teor de água nos tecidos, conseqüentemente, a planta começa a converter os açúcares redutores em sacarose.

#### **1.4 Aspectos fisiológicos da cana-de-açúcar**

A deposição de sacarose na cana-de-açúcar ocorre gradativamente, iniciando da base do colmo e, à medida que a planta se desenvolve, se estende até o ápice. O amadurecimento condiciona a maior concentração de sacarose no caldo e cessa o crescimento da planta. Inicialmente a sacarose é sintetizada nas folhas, segue para a bainha e finalmente é depositada no colmo (RODRIGUES, 1995).

Nas folhas, as atividades fotossintéticas nos tilacóides dos cloroplastos iniciam a primeira fase fotossintética, conhecida como reação de luz (fase fotoquímica), na qual há formação de  $O_2$  e produção de energia. Em seguida, inicia-se no estroma a segunda fase, na qual a energia produzida anteriormente é consumida no ciclo de Calvin, com a fixação do carbono e a produção de carboidratos (TAIZ; ZIEGER, 2004).

No caso da cana-de-açúcar, que possui o metabolismo  $C_4$ , a fixação do  $CO_2$  ocorre primeiramente nas células do mesófilo, através da enzima PEP-carboxilase, formando o ácido oxaloacético, que é convertido em malato e é transportado para as células da bainha vascular, onde a enzima málica irá descarboxilar, liberando  $CO_2$  e ácido pirúvico, sendo que somente ácido pirúvico retorna às células do mesófilo. A segunda fixação do  $CO_2$  inicia nesse momento, no qual a enzima rubisco (ribulose 1,5 difosfato carboxilase), desdobra-se em duas moléculas de 3-fosfoglicerato, que são reduzidas em gliceraldeído-3-fosfato. A fixação de três moléculas de  $CO_2$  resulta em seis gliceraldeído-3-fosfato, sendo que cinco moléculas desse composto irão regenerar a enzima rubisco e uma molécula será destinada a síntese de carboidratos (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZIEGER, 2004).

Na maioria das gramíneas, a síntese de sacarose e de amido são reações competitivas, no qual uma ocorre no citosol e a outra no cloroplasto, respectivamente, em função da concentração de fósforo inorgânico citosólico. Quando a concentração é alta, ocorre à síntese de sacarose, e quando baixa, ocorre à síntese de amido. No entanto, em cana-de-açúcar a competição é maior entre a síntese de fibras do que de amido. A síntese de sacarose é realizada pela união da UDP Glicose com frutose-6-fosfato, tendo como enzima catalizadora a sacarose fosfato sintase, produzindo a sacarose-6-fosfato



mais UDP. Outra enzima, a sacarose-6-fosfato-fosfatase desfosforila a sacarose-6-fosfato, dando origem à sacarose (BASSINELLO et al., 1999; SACHER et al., 1962; TAIZ; ZIEGER, 2004).

Após a síntese, o transportador de sacarose irá conduzir o produto sintetizado para as células companheiras do floema, através de um sistema de co-transporte com íons de hidrogênio, formando um gradiente eletroquímico. Das células companheiras, a sacarose segue para os tubos do floema com destino às regiões de consumo ou armazenamento (drenos). Ao sair do floema, a sacarose é transformada em glicose e frutose (açúcares redutores), por meio da enzima invertase, antes de entrarem no vacúolo dos tecidos parenquimatoso do colmo, regenerando em seguida (TOPPA et al., 2010).

## **1.5 Práticas que melhoram o ambiente de produção**

Para aprimorar a produtividade e a longevidade da cana-de-açúcar, algumas técnicas agrícolas podem melhorar as propriedades físico-químicas do solo, como a calagem, gessagem, adubação mineral e outras práticas agrícolas como o controle de pragas, de doenças e de plantas daninhas, garantindo a sustentabilidade do canavial (MACEDO et al., 2010; MATSUOKA; MACCHERONI, 2010; OLIVEIRA et al., 2007a; PROCÓPIO et al., 2010).

A calagem promove a elevação do pH do solo na camada arável, corrigindo a acidez e fornecendo cálcio e magnésio, contribuindo para o aumento da saturação por cátions básicos. Além disso, diminui a disponibilidade de  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+2}$  e  $Mn^{+2}$ , aumenta a disponibilidade de N, P, K, S e Mo, e melhora a agregação do solo (VITTI; MAZZA, 2002; VITTI et al., 2010). A necessidade de calagem é comumente determinada pelo método de saturação por bases, no qual a saturação de bases (elevação dos teores de cálcio e magnésio) para a cana-de-açúcar deve ser de no mínimo de 60%. (OLIVEIRA et al., 2007a). A principal consequência da correta utilização da calagem é o bom desenvolvimento radicular, o qual garantirá maior resistência à seca e maior absorção de nutrientes (VITTI; MAZZA, 2002).

A aplicação de gesso não tem por objetivo a correção da acidez e sim diminuir a toxidez do  $Al^{+3}$  e elevar a concentração de  $Ca^{+2}$  em profundidades superiores a 20 cm (OLIVEIRA et al., 2007a). Em sua composição principal o gesso apresenta 26% de

CaO e 15% de S. Além disso, a técnica da gessagem proporciona efeito de fertilizante, de corretivo de salinidade e de condicionador de superfície (VITTI et al., 2010).

A adubação pode ser definida como a quantidade de nutrientes extraídos por uma cultura subtraindo pelo que o solo poder fornecer (VITTI; MAZZA, 2002). A adubação mineral com macro e micro nutrientes contribui para maiores ganhos em produtividade, uma vez que o acúmulo de nutrientes na biomassa da cana-de-açúcar, por exemplo, para uma produção de 120 t MN ha<sup>-1</sup> e com 83% de colmos é de: 150 kg de N, 40 kg de P, 180 kg de K, 90 kg de Ca, 50 kg de Mg, 40 kg de S, 8 kg de Fe, 3 kg de Mn, 0,6 kg de Zn, 0,4 kg de Cu e 0,3 kg de B ( OLIVEIRA et al., 2007a).

Em relação ao controle de pragas, sabe-se que cerca de 85 espécies de insetos são causadoras de danos aos canaviais. No entanto, algumas pragas possuem maiores destaques e devem ser controladas ou erradicadas. A broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* e *D. flavipennella*) pode ser controlada biologicamente, através do parasitoide *Cotesia flavipes*, ou quimicamente, com Triflumuron. As saúvas (*Atta bisphaerica*) são controladas por meio de inseticida a base de Fipronil. Para a broca peluda (*Hyponeuma taltula*) pode ser utilizado Carbofuran, Arbofuran e Aldicarb, e para o besouro rola bosta (*Eutheola humilis*), recomenda-se o Imidacloprid e Thiamethoxam (MACEDO et al., 2010).

A cana-de-açúcar pode ser acometida por centenas de doenças. No entanto, no Brasil destacam-se nove doenças que possuem impacto direto ou são ameaças para a sanidade do canavial: mosaico (*Sugarcane mosaic virus*), escaldadura-das-folhas (*Xanthomonas albilineans*), estria-vermelha (*Pseudomonas rubrilineans* Stapp), raquitismo-da-soqueira, (*Leifsonia xyli* subsp *xyli*), carvão (*Sporisorium Scitamineum*), ferrugem-marrom (*Puccinia melanocephala*), ferrugem-alaranjada (*Puccinia kuehnii*), podridão vermelha (*Colletothichum falcatum*) e podridão abacaxi (*Ceratocystis paradoxa* Moreau). Na maioria dos casos, busca-se realizar o controle através da utilização de variedades mais resistentes, por meio do controle de pulgões, pela realização do *roguing* (eliminação de plantas doentes), pela adubação mais adequada (estrias vermelhas), pela realização do tratamento térmico das mudas (escaldadura das folhas, carvão e raquitismo de soqueira) e pelo controle da broca (podridão vermelha) (MATSUOKA; MACCHERONI, 2010).

Aproximadamente 1.000 espécies de plantas daninhas competem por luz, água e nutrientes com a cana-de-açúcar, principalmente durante o estabelecimento dos canaviais, acarretando em baixo perfilhamento e baixa produtividade de colmos e

sacarose, sendo necessário o controle dessas plantas daninhas, visto que, dentre os prejuízos, ocorre: decréscimo da longevidade do canavial, dificuldade e aumento no custo da colheita, queda de qualidade industrial da matéria-prima e abrigo para pragas. Os métodos mais utilizados são o controle preventivo, cultural, mecânico, biológico e químico. Os custos com o controle pode chegar a 30% do custo da produção, no qual o uso racional de herbicidas podem diminuir essas cifras. Os herbicidas químicos atuam no metabolismo da planta daninha, como o 2,4-D, que é um regulador de crescimento (herbicida auxínico), e o Glyphosate, que é inibidor da enzima EPSPsintase. Conseqüentemente, ocorre uma elevação de níveis tóxicos de nitrato, etileno, ácido cinâmico e outros compostos (FERREIRA et al., 2005; PROCÓPIO et al., 2010).

## **1.6 Manejo varietal de cana-de-açúcar**

A escolha de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas para uma determinada região é considerada uma prática tecnológica de baixo custo e eficiente no controle de doenças, que garantam alta produtividade e qualidade do caldo. Deste modo, o estudo agrônomo e bromatológico de variedades como a RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, as quais vêm crescendo em termos de área de plantio na região, podem proporcionar a seleção de genótipos mais adaptados.

As áreas de plantio dessas variedades no estado de Pernambuco vêm crescendo. Em 2012, 36,4% e 24,8 % das áreas plantadas e cultivadas, respectivamente, no estado foram com a cultivar RB 92579, seguida a RB 867515 (18,8% e 9,4%) e da RB 863129 (3,3% e 7,2%). A variedade RB 98710 vem sendo cultivada recentemente, com área plantada de 2,2% e a variedade RB 94335 ainda é pouco plantada e cultivada, embora possua excelente sanidade (RIDESA, 2012; RIDESA, 2010).

Para melhor comparação das qualidades e limitações das cinco variedades supracitadas, suas características são descritas pela Ridesa (2010) (Tabela 1):

Tabela 1 - Características das variedades RB com provável adaptação para o agreste de Pernambuco

<b>Características</b>	<b>RB 863129</b>	<b>RB 867515</b>	<b>RB 92579</b>	<b>RB 943365</b>	<b>RB 98710</b>
Cruzamento	RB 763411 x ?	RB 72454 x ?	RB 75126 x RB 72199	ROC3 x RB 83100	SP81-3250 x RB 93509
Instituição obtentora	UFRPE	UFV	UFAL	UFRPE	UFAL
Produtividade	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Perfilhamento	Médio	Médio	Alto	Médio	Alto
Brotação da soca	Boa	Boa a muito boa	Boa a muito boa	Boa	Muito boa
Fechamento	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Velocidade de crescimento	Regular	Rápido	Lento	Regular	Lento
Porte	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
Hábito de crescimento	Semi-decumbente	Ereto	Semi-decumbente	Ereto	Ereto
Tombamento	Raro	Eventual	Frequente	Raro	Raro
Florescimento	Eventual	Eventual	Eventual	Raro	Raro
Chochamento	Pouco	Médio	Pouco	Ausente	Ausente
Maturação	Precoce média	Media tardia	Media tardia	Precoce	Precoce
Despalha	Fácil	Média	Difícil	Fácil	Fácil
PUI <sup>1</sup>	Longo	Médio	Longo	Curto	Longo
Exigência em ambiente	Sem restrição	Media restrição	Media restrição	Media restrição	Com restrições
Teor de sacarose	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Teor de fibra	Médio	Médio	Médio	Baixo	Baixo

<sup>1</sup> Período de utilização industrial

Fonte: Ridesa (2010)

## 1.7 A Bacia Leiteira de Pernambuco e a produção de volumosos

A bacia leiteira de Pernambuco é formada por 44 municípios e por cerca de 10.000 produtores, abrangendo uma área de 20.278 Km<sup>2</sup>, na qual 90% das propriedades possuem área menor que 50 ha e produzem 67% do leite dessa bacia. Salienta-se que metade do leite produzido (52%) nessa região é destinada aos laticínios (IBGE, 2007; SEBRAE, 2010). Destaca-se que entre 1998 e 2008 o Estado teve um crescimento de 173% no quantitativo de leite produzido, sendo que em alguns municípios pernambucanos o crescimento foi superior, como no município de Pedra (576%) (IBGE, 2007), atraindo grandes indústrias de laticínios do país (Dairy Partners Americas Manufacturing Brasil Ltda – DPA, Leite Brasil - LBR e Brasil Foods – BRF). No entanto, o estado ainda não é autossuficiente no abastecimento de lácteos, importando-os de outras regiões.

A sustentabilidade econômica dos sistemas de produção de leite é garantida pelo aumento na eficiência, com taxa de remuneração de 6% ao ano, na qual a remuneração do capital investido na atividade leiteira está diretamente relacionada com a otimização da produção e qualidade dos volumosos do sistema (BARBOSA; SOUZA, 2009; OLIVEIRA, *et.al*, 2007b). Contudo, as áreas destinadas à produção de volumosos no estado são ineficientes, com pastagens com baixa capacidade de suporte e poucas áreas destinadas à conservação de forragens e/ou capineiras (DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA DE LEITE, 2007). Assim, a produção de volumosos em quantidade e qualidade, passa a ser prioritária no estabelecimento de sistemas de produção de leite no agreste pernambucano.

Dentre outros fatores, a baixa produtividade é resultante de limitações climáticas. A irregularidade do regime pluviométrico na região, com concentrações em três a quatro meses dentro da estação chuvosa e com médias entre 300-800 mm, acarreta em um balanço hídrico negativo, com baixa produção de forragem e, conseqüentemente, reflete-se em baixo desempenho zootécnico (EMBRAPA, 2011b). Além disso, na região há ciclos intensos de seca nos quais os índices pluviais diminuem consideravelmente. Na última seca, considerada a pior seca dos últimos 50 anos, entre os meses de dezembro de 2011 a maio de 2012 a pluviosidade ficou 59% abaixo das médias históricas, destacando-se o mês de dezembro, quando o índice foi 98% inferior (CARVALHO, 2013). Desse modo, deve-se planejar adequadamente o suporte de

forragens, conhecendo os gargalos e pontos fracos do sistema produtivo, buscando fontes de volumosos complementares e adaptados às condições semiáridas e com boa produção de matéria seca em pouco espaço. Com esses atributos, destaca-se a cana-de-açúcar, que possui potencial biológico de 350 t ha<sup>-1</sup> ano (LANDELL, 2005).

Em se tratando de irrigação, o estado de Pernambuco possui 12% das propriedades com sistema de irrigação (DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA DE LEITE, 2007). Em pesquisa realizada por Carvalho (2013), 61% dos produtores afirmaram ter disponibilidade para irrigação em suas propriedades; no entanto, salientaram a necessidade da limpeza e ampliação dos reservatórios de água. Desse quantitativo, apenas 43% das propriedades realizam de fato a irrigação, e dessa porcentagem, 60% são independentes quanto à aquisição de volumosos. A irrigação tem por finalidade atender as exigências hídricas da cultura durante todo o seu ciclo, sem comprometer a qualidade e a produtividade. O déficit hídrico na cana-de-açúcar nas primeiras fases (emergência e perfilhamento) acarreta em baixo desenvolvimento radicular, comprometendo as demais fases.

A irrigação de cana-de-açúcar na região do Agreste de Pernambuco torna-se uma alternativa de garantia de reserva de volumosos durante todo o ano, devendo-se buscar estratégias de implantação e manejo adequadas para essa região. Como exemplo de estratégia utilizada para a região de Paracatu, Minas Gerais, OLIVEIRA et al. (2002), com irrigação complementar de apenas 100 mm de até o início das primeiras chuvas, observaram uma produção média de matéria natural, em dois cortes, acima de 200 t ha<sup>-1</sup>.

O consumo médio diário de água em cana-de-açúcar é de 2 a 3,4 mm dia<sup>-1</sup>. Suas exigências anuais de água, desde que bem distribuídos, são de 1200 mm. Todavia, com no mínimo 850 mm no período vegetativo, há garantias de um bom desenvolvimento (CINTRA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2002). Com lâminas de água de 2,12 mm dia<sup>-1</sup> e 2,53 mm dia<sup>-1</sup> Carvalho et al. (2009), encontraram estaturas mínimas de 190 cm, na região de Capim-PB. Na mesma região, Silva et al. (2009) encontraram uma diferença de 0,11 kg do peso médio dos colmos quando a lâmina de água caiu para 775 mm.

## **1.8 Utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal**

Uma das peculiaridades desta gramínea está relacionada ao seu estágio de maturação. Enquanto a maioria das gramíneas aumenta principalmente a deposição de compostos fenólicos e diminuem a proporção de conteúdo celular na medida em que a

idade da planta avança, a cana-de-açúcar passa a aumentar a concentração de sacarose. (RODRIGUES, 1995; TOPPA et al., 2010; TOWNSEND et al., 2006). A idade da planta é um fator que influencia no valor nutritivo, sendo que as diversas variedades de cana-de-açúcar proporcionam respostas variadas quanto ao acúmulo de sacarose (CARVALHO et al. 2010). Desta forma, é importante a realização da avaliação do desempenho de variedades, com o intuito de averiguar as mais adaptadas às condições edafoclimáticas. Além disto, o estudo da maturação é importante para um melhor aproveitamento da qualidade nutricional da forrageira.

A cana-de-açúcar apresenta algumas limitações nutricionais, como a baixa degradabilidade ruminal da fibra, baixos índices de proteína bruta, minerais e extrato etéreo (TOWNSEND et al., 2006; MELLO et al., 2006). Os teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) podem variar respectivamente entre 1,89-3,34% e 0,61-0,89% (MELLO et al., 2006).

Os teores de minerais variam em função da variedade, podendo apresentar valores entre 0,03% ou 3,4% (OLIVEIRA, 1999; PINTO et al., 2003). A deficiência em minerais, tais como P, S, Mg e Co dificulta a digestão de carboidratos e o metabolismo de nitrogênio, diminuindo a digestibilidade de matéria orgânica e a produção de ácidos graxos de cadeia curta. A deficiência em enxofre acarreta em baixa síntese de aminoácidos essenciais (metionina, cisteína e cistina), dificultando a síntese microbiana no rúmen, assim como a deficiência de magnésio, que é essencial na síntese dos ácidos nucleicos. O fósforo contribui na síntese da proteína microbiana e na reciclagem da amônia ruminal e o cobalto é componente estrutural da vitamina B<sub>12</sub>, que participa do metabolismo do ácido propiônico (GONZÁLEZ, 2000; OSPINA et al., 1999).

O entendimento da dinâmica das variáveis químico-bromatológicas em termos quantitativos e qualitativos possibilita obter melhor acurácia do comportamento dos alimentos nos animais. Assim, Fernandes et al. (2003) analisaram a proporção da proteína e observaram que, embora o teor de PB seja baixo, a porcentagem da proteína solúvel em detergente neutro (PSDN) foi, em média, de 86%. Isto significa que 86% da proteína da cana-de-açúcar poderá ser disponibilizada para o animal e as demais (14%) ficarão indisponíveis ou na fração da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) ou na fração da proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA).

Desse modo, a seleção de uma variedade deve ser baseada em outros aspectos nutricionais, como a proporção e o tipo de lignina, e as proporções de carboidratos totais (CHOT), de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), de fibra em

detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA), os quais influenciam diretamente na qualidade nutricional (MELLO et al., 2006).

Alguns autores relacionam o teor de FDN com o brix e outros com os teores de pol. O brix tem relação com o teor de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose e o pol é a porcentagem de sacarose contida em uma solução açucarada. Segundo Fernandes et al. (2003) maiores valores de FDN equivalem a menores teores de brix. Com a maturidade da cana-de-açúcar ocorrerá um aumento do teor de brix, chegando ao seu ápice, seguido de uma queda (formando um modelo quadrático) e, ao mesmo tempo, a parede celular apresenta-se em processo de lignificação crescente (CARVALHO et al., 2010).

A relação entre os teores de fibra e sacarose (FDN/pol) pode auxiliar na escolha de genótipos de cana-de-açúcar para a alimentação animal, sendo esta relação considerada apropriada por volta de 2,7, obtendo uma fibra de melhor qualidade (CARVALHO et al., 2010, OLIVEIRA, 1999; RODRIGUES et al., 1997). Assim, quanto menor esta relação mais energia o animal poderá consumir, visto que altos índices de FDN causam o enchimento de material com baixa digestão e, conseqüentemente, menor consumo de energia.

Com a utilização deste índice, Mello et al. (2006) obtiveram seis variedades com potencial para a alimentação de ruminantes: RB 835486 (2,72%); RB 855536 (2,99%); SP 791011 (3,04%); RB 845257 (3,07%); SP 813250 (3,14%) e SP 801816 (3,20). Contudo, observou-se que se a seleção fosse realizada apenas pela FDN ou somente pelo pol algumas variedades entrariam na seleção, como é o caso da variedade RB 72454, que apresentou um teor de FDN baixo (46,93%), o que seria interessante; todavia apresentou a menor taxa de pol (13,68%). Os teores desejáveis de FDN devem ser menores que 52%, o Brix maior que 18%, o Pol maior que 14%, FDN/Brix menor que 3,03 e a porcentagem de colmos maior que 80% (MELLO et al., 2006; OLIVEIRA, 1999; RODRIGUES et al., 1997, RODRIGUES, 1995).

O fracionando dos carboidratos totais em frações A+B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C e CNF (carboidratos não fibrosos) pode auxiliar na seleção de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros, visto que cada fração desta possui um comportamento peculiar. A fração C possui relação com a lignina, ou seja, é a fibra indisponível; a B<sub>2</sub> é a fibra disponível, a qual é responsável pelo fornecimento de energia mais lentamente para a microbiota que, por consequência, aumenta a síntese microbiana ruminal; a fração A+B<sub>1</sub> (carboidratos não fibrosos) é a que possui elevada degradação ruminal e correlação



negativa com a FDN. Cruz et al. (2010) encontraram na cana-de-açúcar valores de carboidratos totais de 95,2%, carboidratos não fibrosos variando entre 50,7-57,3%, B<sub>2</sub> entre 27,3-29% e C de 9,4-15,4%.

O colmo influencia na qualidade da planta inteira. No trabalho de Carvalho et al. (2010) a superioridade nutricional do colmo em relação às folhas fica evidente nos teores de FDN (38,2% contra 68,7%) e lignina (5,6% contra 6,5%), diferentemente de outras forrageiras. Isso se deve à alta deposição de sacarose no colmo. Contudo, no mesmo trabalho foi observado que a digestibilidade da fibra do colmo foi baixa. Isso ocorreu em virtude da lignificação da parede celular, onde a taxa de lignina foi maior e a digestibilidade *in vitro* da FDN menor. Consequentemente, poderá ocorrer um acúmulo de material não degradado no rúmen, causando repleção ruminal, que poderá levar a um quadro de queda de consumo.

O consumo de matéria seca possui papel importante na nutrição animal, uma vez que influencia diretamente nos níveis de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, no seu desempenho (BERCHIELLI et al., 2006). Desse modo, a utilização da cana-de-açúcar como alimento exclusivo em animais de alta exigência nutricional, por exemplo, vacas leiteiras em lactação, ocasionam na redução do consumo e na produção de leite (MENDONÇA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2004). Todavia, quando este volumoso é fornecido adequadamente, pode-se observar crescimento na produção (LIMA et al., 2004).

A utilização deste volumoso para animais de média a alta produção deve ser realizada de forma que não ocorra a baixa ingestão de MS. Sendo assim, observou-se que a relação volumoso:concentrado de 40:60 garante melhor desempenho produtivo (COSTA et al., 2005; RANGEL et al., 2010).

Ao substituir a silagem de milho por cana-de-açúcar, Magalhães et al. (2006) recomendaram uma substituição da porção volumosa da dieta de até 33,3% para vacas em lactação com produções médias diárias de 24 kg de leite. Médias diárias de ganho de peso vivo de 0,65 a 0,89 kg e conversão alimentar de 7,64 a 10,18 kg MS/kg de ganho, foram observados por Rodrigues et al. (2002), ao utilizarem variedades de cana-de-açúcar com maiores valores de digestibilidade *in vitro* da MS e baixa relação FDN/pol. Fernandes et al. (2007), utilizando dietas com elevada participação de concentrado, observaram um desempenho equivalente em animais da raça Canchim alimentados com 40% de silagem de milho ou de cana-de-açúcar. Em compilação realizada por

Valadares Filho et al. (2008), o desempenho e o consumo médio em dietas a base de cana-de-açúcar foram, respectivamente, 0,78kg/dia e 2,19% do PV.

## CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, F.A.; SOUZA, R.C. Administração financeira do sistema de produção de leite. In: SILVA, J.C.P.M. (Ed.). **Manejo e Administração na Bovinocultura Leiteira**. Viçosa. Suprema Gráfica e Editora LTDA, 2009. 482p.

BASSINELLO, P. Z. et al. Distribuição da sacarose – fosfato síntese e sacarose síntese em bananas durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p. 102-106, abr. 1999.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 397-421.

BRESSIANI, J. A.; LANDELL, M. G. A.; BURNQUIST, E. W. L. Melhoramento genético de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 23º, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2006. p 52-64.

CARVALHO, C. M. et al. Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Agrária**, Recife, v. 4, n. 1, p. 72-77, 2009.

CARVALHO, D. M. **O papel dos recursos no desempenho das empresas: uma aplicação em fazendas produtoras de leite**. 2013. 235f. Tese (Pós-Graduação em Agronegócios). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CARVALHO, M.V. et al. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 298-306, 2010.

CINTRA, J. E. V.; FERREIRA, G. H.; BRASIL, R. P. C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em regiões com déficit hídrico. **Nucleus**, Edição Especial, 2008.

COSTA, M.G. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Visoça, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.

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, p. 784-793, 2010.

D'HONT A. et al. Characterisation of the double genome structure of modern sugarcane cultivars (*Saccharum spp.*) by molecular cytogenetics. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 250, p. 405-413, 1996.

DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA DE LEITE DO ESTADO DE PERNAMBUCO EM 2007: **Relatório de Pesquisa**. Recife, 2007.130p.

DIOLLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema, 2010.p. 25-49.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande:UFPB, 1994.306 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/deacucar/arvore/CONTAG01\\_20\\_3112006152934.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açúcar/deacucar/arvore/CONTAG01_20_3112006152934.html)>. Acesso em: 04 nov. 2011a.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Semiárido**. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/sistema/semiárido/importancia.html>>. Acesso em: 10 dez. 2011b.

FERNANDES, A.M. et al. Composição Químico-Bromatológica de Variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp L.*) com Diferentes Ciclos de Produção (Precoce e Intermediário) em Três Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Visoça, v.32, n.4, p.977-985, 2003.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Visoça, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. FERREIRA, L. R. **Mecanismo de ação de herbicidas**. [2005]. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/336.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/336.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2013.

FORTES, C. **Discriminação varietal e estimativa de produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar pelo sensor orbital ETM+/LANDSAT 7**. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FREITAS, A. W. P. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar -de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Visoça, v.35, n.1, p. 229-236, 2006.

GONZÁLEZ, F.H. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: DIAZ GONZÁLEZ, F.H.; BARCELLOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.31-51.

HEERDT, E. **Indução da embriogênese somática em cana-de-açúcar**. 2008. 39 f. Dissertação (*Magister Scientiae*) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística da produção agrícola (Julho de 2013)**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr\\_201307.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201307.pdf)> Acesso em 04 set. 2013.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2007**. [2007]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2012.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas, 2011. **Bancos de Germoplasma** disponível em: <<http://www.iac.br>> acesso em: 02 nov. 2011.

JACOVETTI, R. **Produção e utilização de cana-de-açúcar para alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 21 f. Seminário (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2010.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

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.

LANDELL, M. G. de A. Novas variedades IACSP serão lançadas em outubro de 2005. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 1, p. 28-30, 2005.

LIMA, M. L. P.; SILVA, D. N.; NOGUEIRA, J. R. Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas alimentadas com cana-de-açúcar forrageira IAC-86-2480. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande, 2004.

MACEDO, N.; MACEDO, D.; CAMPOS, M. B. S. ET AL. Manejo de pragas e nematoides. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2010.p. 119-159.

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, 2004.

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**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 591-599, 2006.

MARQUES, T. A.; SILVA, W. H. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. João Pessoa, v. 8, p. 54-60, 2008.

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

MATSUOKA, S.; MACCHERONI, W. Manejo de doenças. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2010. p. 161-180.

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, 2006.

MENDONÇA, S. S. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004.

NARITOMI, J. **Herança Colonial, Instituições e Desenvolvimento**. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

OLIVEIRA, A. S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 507-516, 2007b.

OLIVEIRA, M. W. et al. Avaliação do potencial produtivo de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 25., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBFS, 2002.

OLIVEIRA, M. W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n.239 p. 30-43, 2007a.

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

OSPINA, H., PRATES, E.R., BARCELLOS, J.O.J. A suplementação mineral e o desafio de otimizar o ambiente ruminal para a digestão da fibra. In: ENCONTRO ANUAL SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES DA UFRGS - SUPLEMENTAÇÃO MINERAL DE BOVINOS, 1.,1999, São Gabriel. **Anais...** São Gabriel: UFRGS, 1999. p. 37-60.

PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y. Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v.24, n.1, p.73-84, 2003.

PROCÓPIO, S.O. et al. Manejo de plantas daninhas. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2010.p. 181-216.

RANGEL, H.N.A. et al. Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.11, p.2518-2526, 2010.

RIDESA. Rede interuniversitária para desenvolvimento do setor sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: Ridesa. 136p, 2010.

RIDESA. Rede interuniversitária para desenvolvimento do setor sucroalcooleiro. **Censo Varietal Brasil 2012**. Disponível em: < <http://ridesa.agro.ufg.br/pages/44741>. Acesso em: 25 ago. 2013.

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. 1333- 1338, 1997.

RODRIGUES, A.A. et al. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas Canchim. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...**Recife: UFRPE, 2002.

- RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da Cana-de-açúcar**. [1995]. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/6301126/Cana-de-açúcardeacucar-Ecofisiologia>> Acesso em: 04 out. 2011.
- SACHER, J. A.; HATCH, M. D.; GLASZIOU, K. T. Sugar accumulation cycle in sugarcane. III. Physical and metabolic aspects of cycle in immature storage tissues. **Plant Physiology**, Rockville, v. 38, p. 348-354, 1963.
- SANDRE, L. C. G.; FIORELLI, J. Elaboração de calendário agrícola para a região oeste do Estado de São Paulo. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v.5, n.2, p.15-29, 2009.
- SANTOS, V. R. DOS et al. Crescimento e produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.389–396, 2009.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Boletim Serorial do Agronegócio – Bovinocultura Leiteira**. Recife, PE: Sebrae-PE, 2010. 30 p.
- SILVA, C. T. S. et al. Crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação complementar sob diferentes níveis de adubação de cobertura nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.3, p.3-12, 2009.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. 720 p.
- TOPPA, E. V. B. et al. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, 2010.
- TOWNSEND, C.R. et al. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros em Rondônia. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v.8, n.2, 2006.
- VALADARES FILHO, S. C. et al. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: CPT, 2008. p.121-125.
- VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; ALTRAN, W. S. Nutrição e Adubação. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2010.p. 73-117.
- VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Potafos, 2002. 16p. (Informações Agrônômicas, 97).

## CAPÍTULO I

### PRODUÇÃO, BIOMETRIA E ESTADO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM

(Normas da Revista Caatinga)

## **Produção, biometria e estado nutricional de variedades de cana-de-açúcar visando à produção de forragem**

**RESUMO** – Objetivou-se, com este trabalho avaliar o crescimento, desenvolvimento e estado nutricional de cinco variedades de cana-de-açúcar em sistema de irrigação complementar no agreste meridional de Pernambuco. O estudo foi conduzido na Fazenda Baraúnas, município de Garanhuns-PE. Foram avaliadas cinco variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, em sistema de irrigação complementar, entre os meses de dezembro de 2011 a janeiro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. As variedades de cana-de-açúcar avaliadas apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos componentes do IAF, exceto área foliar (AF), entretanto sem afetar o IAF que não diferiu entre as variedades. A maioria dos teores de macro e micronutrientes no terço médio da folha +3, à exceção do nitrogênio (N), potássio (K) e cobre (Cu), diferiu entre as variedades de cana-de-açúcar avaliadas. Nas análises biométricas houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) entre as variedades e as épocas de cortes avaliadas nas variáveis de produção de matéria natural (MN), internódios descobertos (ID) e densidade dos colmos (DEC). Para as partes fracionadas houve efeito ( $P < 0,05$ ) de época de corte para a quantidade de MN e MS produzida de ponteiros e MS de folhas verdes que foram maiores aos 407 DAP. As variedades RB 98710 e RB 92579 apresentaram, em sua maioria, os piores desempenhos avaliados neste trabalho. As variedades com maiores desempenhos produtivas foram RB 863129, RB 867515, RB 943365.

**Palavras-chave:** alimentação, crescimento, ruminantes

## **Production, biometrics and nutritional status of varieties of sugarcane in order to forage produce**

**ABSTRACT** – The objective of this study to evaluate the growth, development and nutritional status of five varieties of sugar cane complementary irrigation system in the southern wild Pernambuco. The study was conducted at Fazenda Baraúnas county Garanhuns-PE. Five varieties of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 98710 and RB 943 365 in complementary irrigation system, between the months of December 2011 and January 2013 were evaluated. The experimental design was a randomized block. There was no interaction effect between varieties of cane sugar evaluated and harvest seasons after planting (DAP) in relation to leaf area index (LAI) and its components. The varieties of cane sugar evaluated showed differences ( $P < 0,05$ ) for most components of the IAF , except leaf area (LA) , however without affecting the IAF did not differ between the varieties . Most levels of macro and micronutrients in the middle third of the leaf +3 , except for nitrogen (N) , potassium (K) and copper (Cu), differed among the varieties of cane sugar evaluated . In the biometric analyzes interaction effect was observed ( $P < 0,05$ ) between varieties and seasons of cuts in the variables evaluated for the production of fresh matter (FM) , discovered internodes (ID) and density of stems (DEC) . For the fractional parts of cane sugar no interaction effect between the evaluated varieties and harvest seasons, the exception ( $P < 0,05$ ) the amount of natural matter of stems produced . However there was no effect ( $P < 0,05$ ) of the time for cutting the amount of MN and MS and MS produced pointers green leaves were higher at 407 DAP. Varieties with higher productive performances were RB 863129, RB 867515, RB 943365.

**Key words:** Sucrose. Soluble solids. Ruminants.



## INTRODUÇÃO

A produção leiteira do Nordeste é de aproximadamente 3,18 milhões de litros sendo que boa parte dessa produção ocorre em regiões semiáridas e em propriedades com menos de 50 ha (IBGE, 2012). A produtividade da região é considerada baixa, destacando-se os efeitos climáticos como um dos fatores que representam os gargalos dessa produção (SEBRAE, 2010).

O regime pluvial, que se encontra na faixa de 300-800 mm anuais, é distribuído irregularmente, com apenas três a quatro meses de estação chuvosa, gerando um balanço hídrico negativo (EMBRAPA, 2011a). A consequência é a redução da rentabilidade da cadeia leiteira do Nordeste, uma vez que a baixa produção de forragem reflete no menor desempenho zootécnico ou em maior demanda na aquisição de alimentos, aumentando os custos de produção. Além do fator supracitado, somam-se as secas prolongadas que ocorrem basicamente a cada década, como a seca do ano de 2012, considerada a pior seca dos últimos 50 anos, quando a pluviosidade entre os meses de dezembro de 2011 a maio de 2012 foi de 41% da quantidade esperada, conforme as médias históricas (CARVALHO, 2013). Todavia, ascende nessa região bacias leiteiras de importância no contexto socioeconômico-espacial, como a bacia leiteira de Pernambuco, a segunda maior do Nordeste e a oitava maior do Brasil (SEBRAE, 2010). Desse modo, deve-se planejar adequadamente o suporte de forragens, buscando alternativas que atendam às condições locais.

Das forrageiras adaptadas a essa região, destaca-se a palma forrageira (*Opuntia spp.* e *Nopalea spp.*). No entanto, sua utilização é limitada pelos baixos teores de fibras e proteínas (WANDERLEY et al., 2012). Assim, devem-se buscar fontes de volumosos complementares e adaptadas às condições semiáridas e com boa produção de matéria seca em pouco espaço.

Com esses atributos, destaca-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), que possui potencial biológico de produção de até 350 t ha<sup>-1</sup> ano (LANDELL, 2005). Além disso, a cana-de-açúcar, diferentemente da maioria das gramíneas, tem a digestibilidade da matéria orgânica melhorada com o avançar da maturidade, devido ao maior acúmulo de sacarose (RODRIGUES, 1995; TOPPA et al., 2010; TOWNSED et al., 2006), e o período de colheita coincidir com a época de seca (BORGES et al., 2012).

Para a seleção de variedades com fins forrageiros para a região do Agreste Meridional de Pernambuco, as análises biométricas, inclusive de índice de área foliar (IAF), e do estado nutricional podem auxiliar na escolha de variedades mais adaptadas a região, uma vez que permitem inferir sobre a influência dos fatores bióticos e abióticos no rendimento agrícola, identificando a capacidade produtiva das variedades, bem como os efeitos de manejo (SILVA et al., 2012). Desta forma, as identificações de padrões de crescimento permitem realizar um manejo varietal que se adeque às condições edafoclimáticas locais, permitindo um uso eficiente de água e com adequada nutrição, averiguando as exigências e exportações de nutrientes pelas variedades (COSTA et al., 2011, FARONI, et al., 2009).

Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento, o desenvolvimento e o estado nutricional de cinco variedades de cana-de-açúcar em sistema de irrigação complementar no Agreste Meridional de Pernambuco.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido na Fazenda Baraúnas (latitude 8°56'31"S, longitude 36°36'24" O e altitude de 968 m), município de Garanhuns, pertencente à região Agreste Meridional, no semiárido do estado de Pernambuco. O clima é classificado, conforme Koppen, como Cs'a (mata de altitude, mesotérmico úmido), com precipitação média anual de 838,33 mm, distribuídos irregularmente durante o ano, mas com concentrações entre 70 a 130 dias, e a temperatura média anual é de 23,3°C (CPRM, 2005; INMET, 2013). O relevo é bastante dissecado e com vales profundos. O solo utilizado foi classificado como argissolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2006).

Foram avaliadas cinco variedades de cana-de-açúcar: RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, que apresentam características potenciais para sua utilização como forrageira, selecionadas com base nas características descritas pela Ridesa (2010) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Características das variedades de cana-de-açúcar avaliadas

Características	RB 863129	RB 867515	RB 92579	RB 943365	RB 98710
Produtividade	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Perfilhamento	Médio	Médio	Alto	Médio	Alto
Velocidade de crescimento	Regular	Rápido	Lento	Regular	Lento
Porte	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
Maturação	Precoce média	Media tardia	Media tardia	Precoce	Precoce
Despalha	Fácil	Média	Difícil	Fácil	Fácil
Exigência em ambiente	Sem restrição	Media restrição	Media restrição	Media restrição	Com restrições
Teor de sacarose	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Teor de fibra	Médio	Médio	Médio	Baixo	Baixo

Antecedendo a implantação do estudo, foram coletadas amostras do solo da área, nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, para fins de adubação. As análises químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Ciências do Solo da UAG/UFRPE e seguiram a metodologia compilada pela Embrapa (2009) (Tabela 2). Em seguida, ocorreu-se o controle das plantas daninhas com a utilização de herbicidas à base de glifosato e 2,4-D. Após o cultivo, o controle foi realizado por meio de desbaste, de capina ou do emprego do herbicida 2,4-D. Para a praga *Diatraea saccharalis* (broca-da-cana-de-açúcar) foi utilizado inseticida a base de fipronil.

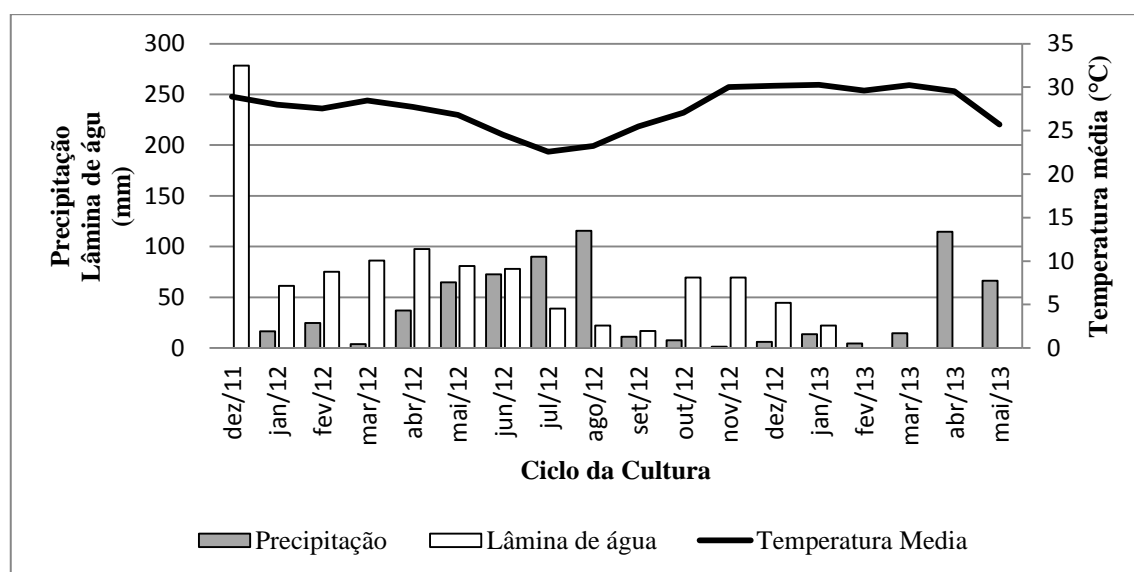
**Tabela 2 -** Resultado das análises químicas de solo da área de plantio de cana-de-açúcar nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm.

Prof	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC (T)	V
-cm-		mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----								%
0-20	6,45	0,20	0,17	0,23	0,80	1,40	0,10	0,83	2,60	3,43	75,9
20-40	6,57	0,20	0,10	0,19	0,60	1,50	0,05	0,66	2,39	3,05	78,3

A adubação da cana-planta, realizada antes do plantio foi baseada na expectativa de produtividade (OLIVEIRA et al., 2007a; RAIJ, 2011), aplicando-se as doses de 100, 220 e 200 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por hectare, utilizando-se os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, através de aplicação manual. Em seguida, a área foi arada, gradeada, nivelada e a sulcagem ocorreu antes do plantio, assim como a aplicação dos fertilizantes.

O plantio foi realizado durante a primeira semana de dezembro de 2011. As parcelas, de 5,8 x 6,0 m cada, foram constituídas de seis sulcos com espaçamento de 1,20 m. A densidade de plantio foi de 18 a 20 gemas por metro de sulco, equivalente à média de 14 a 16 t de mudas por hectare. Os colmos foram picados em toletes de duas ou três gemas, sendo posteriormente depositados nos sulcos e cobertos com uma camada de terra variando de 5,0 a 8,0 cm.

O sistema de irrigação empregado foi o de irrigação complementar, a água utilizada para a irrigação foi captada em um riacho, denominado de Riacho Seco, pertencente à bacia hidrográfica do rio Mundaú, salientando que todos os cursos d'água da região têm regime de escoamento intermitente e padrão de drenagem dendrítica (CPRM, 2008). A lâmina total de irrigação foi de 1.041,59 mm, aplicados entre os meses de dezembro de 2011 a janeiro de 2013 (Figura 1), totalizando 1.705,89 mm aplicados na cultura.



**Figura 1** – Precipitação, lâmina de água e temperatura média durante o ciclo da cultura.

Com base na precipitação local e nas exigências da cultura em água, que demanda de 1500 a 2500 mm em um ciclo de um ano para uma produtividade de cerca de 150 t ha<sup>-1</sup> (DOORENBOS; KASSAM, 1994), a lâmina de água estabelecida foi de 25 mm ha<sup>-1</sup> semanais. No entanto, durante a condução do estudo (dezembro de 2011 a maio de 2013) a precipitação foi de 664,3 mm e a temperatura média foi de 27,55° C (Figura 1) (INMET, 2013), ocasionado à redução do volume de água do riacho, conseqüentemente,

as médias de lâminas de água passaram a ser de 14,25 mm ha<sup>-1</sup> semanais, insuficiente para atender à demanda da cultura.

Em três épocas da fase de crescimento, aos 188, 239 e 315 dias após o plantio (DAP) (19/06/2012, 10/08/2012 e 26/10/2012), foram realizadas a contagem do número de plantas m linear<sup>-1</sup> e as mensurações do comprimento e largura da folha +3, para a obtenção da área foliar, do índice de área foliar e de seus componentes, conforme método proposto por Hermann e Câmara (1999), que se baseia em medidas lineares da folha +3. Além disso, foram realizadas medições da altura do colmo, iniciando da base até a folha +1. Conforme o sistema de Kuijper, folha +1 é a primeira folha de cima para baixo completamente expandida e que apresenta colarinho visível (aurícula) (GALLO et al., 1962).

Para a avaliação do estado nutricional, utilizou-se somente a época aos 239 DAP, sendo coletadas 20 folhas +3 por parcela da área útil. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE/UAG para a lavagem e separação do limbo da nervura. Em seguida, os limbos foram pré-secados em estufa de ventilação forçada a 55°C e moídos em peneira de 1 mm. As análises para a obtenção de N, P, K, Mg, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) e Raij et al. (2011), foram realizadas no laboratório de Química do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

A primeira colheita do estudo foi determinada com base no teor de sólidos solúveis (°brix), medido a campo por meio de refratômetro. As plantas foram colhidas quando todas as variedades atingiram °brix superior a dezoito. O momento da segunda colheita foi definido com no mínimo dois meses de diferença da colheita anterior, quando os níveis de °brix das variedades estavam próximos a vinte, com o intuito de evitar a colheita no momento em que o estado de senescência fosse acentuado.

No momento das colheitas, que foram realizadas em 06/02/2013 (407 DAP) e 03/05/2013 (483 DAP), as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, descontando-se um metro das bordaduras foram cortadas rente ao solo e pesadas, para a obtenção da produção de matéria natural por hectare. Em seguida, foram realizadas a contagem dos colmos viáveis (CV) e colmos não viáveis (CNV), na qual os colmos considerados não viáveis foram aqueles que estavam secos. A partir da fração dos colmos viáveis foram subamostradas 10 plantas para a contagem do total de internódios (TI), porcentagem de internódios descobertos (ID), diâmetro do colmo (DC), comprimento do colmo (CC) e comprimento do ponteiro (PT). Em seguida, cinco

plantas dessa fração foram destinadas para a realização da densidade do internódio central (DEC), conforme metodologia adotada por Klein (2010).

Para a produtividade em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, tanto na matéria natural (MN) como na matéria seca (MS), foram subamostradas da fração de colmos viáveis, cinco plantas por parcela, as quais foram pesadas. Para a obtenção da matéria natural cada componente foi pesado separadamente e em seguida essas amostras foram passadas em picadeira de forragem e colocadas na estufa a 55 °C por 72 h, para a obtenção da matéria seca.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. Para as análises de área foliar e seus componentes, o esquema fatorial foi de 5 x 3 (cinco variedades de cana-de-açúcar e três épocas de avaliação), com três repetições. Para as avaliações do estado nutricional da planta foi utilizada apenas uma época (239 dias após o plantio). Para as medidas biométricas e de produtividade o esquema fatorial foi de 5 x 2 (cinco variedades de cana-de-açúcar e duas épocas de corte), com três repetições.

Os dados foram analisados por intermédio do procedimento MIXED do SAS (versão 9.1). Foram considerados como efeitos fixos a variedade de cana (V), a época de colheita após plantio (E) e a interação entre os mesmos (V x E). Blocos foram considerados efeitos aleatórios, de acordo com o modelo:  $Y_{ijk} = \mu + V_i + E_j + VE_{ij} + b_k + \varepsilon_{ijk}$ . Em que  $Y_{ijkl}$  = Variável dependente mensurável;  $\mu$  = média geral;  $V_i$  = efeito fixo da variedade i;  $E_j$  = efeito fixo da época de colheita j;  $VE_{ij}$  = efeito fixo da interação entre a Variedade i e a Época j;  $b_k$  = efeito aleatório do bloco k; e  $\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório não observável (NID) (0;  $\sigma^2_e$ ). A avaliação de significância foi realizado por meio do teste F, exceto para as análises de área foliar, na qual se utilizou o teste de Tukey, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito de interação entre as variedades de cana-de-açúcar avaliadas e as épocas de amostragem após o plantio (DAP) em relação ao índice de área foliar (IAF) e seus componentes (Tabela 3). As variedades de cana-de-açúcar avaliadas apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos componentes do IAF, exceto em relação à área foliar (AF), entretanto sem afetar o IAF, que não diferiu entre as variedades.

**Tabela 3** - Valores médios do índice de área foliar e dos seus componentes

Variáveis	<sup>5</sup> Variedades					Épocas de amostragem (dias após plantio)			EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	188	239	315		V	E	VxE
Folhas (nº)	6,20 <sup>ab</sup>	4,55 <sup>c</sup>	5,54 <sup>b</sup>	6,74 <sup>a</sup>	4,77 <sup>bc</sup>	6,34 <sup>A</sup>	6,17 <sup>A</sup>	4,17 <sup>B</sup>	0,34	<,0001	<,0001	0,3099
<sup>1</sup> Comp.(cm)	131,08 <sup>bc</sup>	157,29 <sup>a</sup>	123,74 <sup>bc</sup>	120,80 <sup>c</sup>	142,69 <sup>b</sup>	123,32 <sup>B</sup>	142,16 <sup>A</sup>	139,89 <sup>A</sup>	6,67	<,0001	<,0001	0,6159
<sup>2</sup> Largura (cm)	4,15 <sup>ab</sup>	4,59 <sup>a</sup>	4,54 <sup>a</sup>	3,84 <sup>b</sup>	3,75 <sup>b</sup>	3,59 <sup>B</sup>	4,60 <sup>A</sup>	4,34 <sup>A</sup>	0,28	0,0017	<,0001	0,6941
<sup>3</sup> Altura (cm)	107,90 <sup>b</sup>	136,05 <sup>a</sup>	102,20 <sup>b</sup>	103,71 <sup>b</sup>	85,30 <sup>b</sup>	69,58 <sup>B</sup>	119,45 <sup>A</sup>	132,07 <sup>A</sup>	12,07	<,0001	<,0001	0,7377
Colmos (nº m <sup>-2</sup> )	11,08 <sup>bc</sup>	11,22 <sup>bc</sup>	13,88 <sup>ab</sup>	10,27 <sup>c</sup>	15,52 <sup>a</sup>	16,46 <sup>A</sup>	10,18 <sup>B</sup>	10,55 <sup>B</sup>	1,44	0,0004	<,0001	0,4393
Área foliar (m <sup>2</sup> )	0,34	0,35	0,32	0,31	0,28	0,27 <sup>B</sup>	0,39 <sup>A</sup>	0,28 <sup>B</sup>	0,04	0,2258	0,0002	0,5850
<sup>4</sup> IAF (m m <sup>-2</sup> )	3,89	3,84	4,40	3,07	4,11	4,61 <sup>A</sup>	4,03 <sup>A</sup>	2,95 <sup>B</sup>	0,71	0,2557	0,0035	0,5457

<sup>1</sup>Comprimento da folha +3<sup>2</sup>Largura mediana da folha +3<sup>3</sup>Altura dos colmos da base até a folha + 1<sup>4</sup>Índice de área foliar<sup>5</sup>Variedades: 1= RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre as variedades e médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não difere entre si entre as épocas, pelo teste de Tukey a 0,05.

O número de folhas verdes por planta foi maior nas variedades RB 943365 e RB 863129, sendo que o menor número foi observado na variedade RB 857515. Com relação às épocas ocorreu um declínio significativo no número de folhas por planta aos 315 DAP. A redução do número de folhas por planta das primeiras épocas para a última pode estar relacionada ao estresse hídrico, uma vez que a deficiência hídrica reduz o número de folhas verdes e aumenta a senescência foliar, como estratégia de sobrevivência (PINCELLI; SILVA, 2012). Essa estratégia tem por finalidade diminuir a superfície transpirante, os gastos metabólicos e a desidratação excessiva (IMAN-BAMBER et al., 2008).

Para o comprimento da folha +3, a variedade RB 867515 apresentou o maior comprimento e a RB 943365 o menor comprimento. Entre as épocas, houve diferença significativa dos 188 para os 239 DAP, observando-se que o crescimento do comprimento foliar estabilizou a partir de então. Comprimentos de folhas de até 160 cm foram encontrados por Pincelli e Silva (2012), Batista (2013) e Silva et al. (2012).

As variedades RB 943365 e RB 98710 foram as que apresentaram menor largura da folha +3. As maiores larguras da folha +3 foram encontradas aos 239 DAP, não diferenciando dos 315 DAP. Valores de largura foliar inferiores a 4 cm poderiam caracterizar plantas submetidas a estresse hídrico, contudo, as variações ocorridas com a largura das folhas estão mais correlacionadas com os aspectos varietais do que a alguma deficiência hídrica (PINCELLI; SILVA, 2012). Conforme Rodrigues (1995), as características varietais influenciam na capacidade fotossintética, sendo que a fotossíntese correlaciona-se positivamente com a espessura das folhas e negativamente com a largura. Quanto menos espessa for a folha maior será a perda de água, a fixação do CO<sub>2</sub> será menos eficiente e menor será a absorção de luz, uma vez que a área de tecidos parenquimáticos entre a epiderme superior e inferior será menor.

A maior altura de colmos observada foi da variedade RB 867515, sendo que e as demais foram semelhantes entre si. Destaca-se que esta variedade tem por característica um rápido crescimento, quando comparada com as demais (RIDESA, 2010). A menor altura ocorreu aos 188 dias e a maior aos 315 dias, como esperado.

O número de colmos m<sup>-2</sup> foi superior para as variedades RB 98710 e RB 92579 e inferior para a variedade RB 943365. O número de colmos foi maior aos 188 DAP que não diferiu nas demais épocas de colheita. O maior número de colmos encontrados nas duas variedades supracitadas se deve, conforme a Ridesa (2010), as características varietais.



A área foliar (AF) não diferiu entre as variedades, mas foi maior aos 239. O menor IAF ocorreu aos 315 dias e foi superior aos 188 e 239 DAP que não diferiram entre si. Esse efeito pode está relacionado ao estresse hídrico, visto que uma condição de estresse hídrico diminui a área foliar, uma vez que os processos de senescência são ativados (INMAM-BAMBER, 2005). Sendo assim, a competição de variedades permite a seleção de genótipos menos sensíveis ao estresse hídrico. Percebe-se que a variedade RB 98710 apresentou a menor AF e este evento está relacionado com a sua exigência ao ambiente, sendo caracterizada conforme a Ridesa (2010), com restrição aos ambientes com deficiência hídrica.

Um IAF considerado adequado para cana-de-açúcar é próximo a  $4 \text{ m m}^{-2}$  (MACHADO, 1985). À medida que o IAF aumenta, proporciona maior absorção da energia solar pela planta, até certo momento, quando as folhas mais velhas começam a entrar em estado de senescência. Dentre os fatores que ocasionam este processo, o sombreamento causado pelas folhas mais jovens e a deficiência hídrica podem justificar a diminuição do IAF (FLOSS, 2004).

O IAF declinou cerca de 36% entre 188 e 315 DAP, o que poderia ser explicado pelo déficit hídrico ocorrido durante a condução do estudo, quando a pluviosidade ficou 59% abaixo das médias históricas, conforme dados compilados por Carvalho (2013). Na condução desse estudo os índices mensais de chuvas e lâminas de irrigação foram de 41,19 mm e 42,29 mm, respectivamente, que somados não supriram as necessidades diárias de  $3,4 \text{ mm dia}^{-1}$  (CITRA et al., 2008), visto que seu valor foi de  $2,78 \text{ mm dia}^{-1}$ . Conforme Hermann e Câmara (1999) os estudos sobre a área foliar permitem correlacioná-la com o seu potencial de produção em matéria seca, de açúcar e taxa de crescimento.

A maioria dos teores de macro e micronutrientes no terço médio da folha +3, à exceção do nitrogênio (N), potássio (K) e cobre (Cu), diferiu entre as variedades de cana-de-açúcar avaliadas ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4).

Os teores de N e K apresentaram-se na faixa de concentração adequada preconizadas por Raij et al. (1996) e Orlando Filho (1983), ou seja, não apresentaram deficiência. A diagnose foliar permite informar e avaliar o estado nutricional, averiguando os teores dos nutrientes (BERTALLI, 2011).

**Tabela 4** – Teores de macro e micronutrientes no terço médio da folha +3 de cinco variedades de cana-de-açúcar aos 239 dias após o plantio

Nutrientes	RB 863129	RB 867515	RB 92579	RB 943365	RB 98710	EPM	P-valor
-----g kg <sup>-1</sup> -----							
N	17,40	16,50	19,96	19,40	16,80	0,69	0,1624
P	1,83 <sup>b</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	2,36 <sup>a</sup>	2,10 <sup>ab</sup>	0,09	0,0080
K	9,76	9,86	10,26	10,56	9,70	0,26	0,3315
Ca	3,00 <sup>bc</sup>	3,96 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>	2,56 <sup>c</sup>	3,40 <sup>ab</sup>	0,17	0,0009
Mg	2,10 <sup>b</sup>	3,40 <sup>a</sup>	2,46 <sup>b</sup>	2,33 <sup>b</sup>	2,46 <sup>b</sup>	0,02	0,0009
S	1,80 <sup>a</sup>	1,53 <sup>ab</sup>	1,33 <sup>ab</sup>	1,40 <sup>ab</sup>	1,23 <sup>b</sup>	0,01	0,0238
-----mg kg <sup>-1</sup> -----							
Zn	25,66 <sup>a</sup>	17,33 <sup>b</sup>	16,66 <sup>b</sup>	25,33 <sup>a</sup>	19,00 <sup>ab</sup>	1,54	0,0076
Fe	93,67 <sup>ab</sup>	92,67 <sup>ab</sup>	116,33 <sup>a</sup>	56,67 <sup>b</sup>	49,67 <sup>b</sup>	5,12	0,0080
Mn	38,00 <sup>b</sup>	52,66 <sup>a</sup>	37,66 <sup>b</sup>	42,66 <sup>ab</sup>	51,00 <sup>ab</sup>	3,22	0,0132
Cu	5,00	3,33	4,00	4,00	3,00	0,29	0,2344
B	12,80 <sup>b</sup>	13,99 <sup>ab</sup>	16,56 <sup>a</sup>	13,30 <sup>b</sup>	9,50 <sup>c</sup>	0,80	0,0003

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 0,05.

O teor de fósforo (P) foi significativamente maior nas variedades RB 92579, RB 943365 e RB 98710 e estão de acordo com as recomendações de Raij et al. (1996). No entanto, pela recomendação de Orlando Filho (1983) apenas as duas últimas variedades se encontram na faixa de recomendação de 2,0-3,5 g kg<sup>-1</sup>. Os níveis de P deste trabalho foram superiores aos encontrados por Calheiros et al. (2011) e Oliveira et al. (2011b) e próximos dos de Prado et al. (2002). Contudo, os baixos níveis de P para canaviais do nordeste não significam que a produtividade será baixa. Oliveira et al. (2011b), relatam produção de 166 t de colmos por hectare para a RB 867515, com teores foliares de 1,6 g de P por kg de matéria seca.

Os teores de cálcio (Ca) das variedades RB 863129 e RB 943365 foram menores que nas demais. Segundo as recomendações de Raij et al. (1996) as variedades estão em bom estado nutricional. No entanto, pelos níveis de Orlando Filho (1983), que variam de 4,3-7,6 g/kg, as variedades apresentaram deficiência. O Ca nas plantas funciona como ativador enzimático e como integrante da parede celular, dando maior resistência mecânica (MALAVOLTA et al., 1997).

Todas as variedades apresentaram teores foliares de magnésio (Mg) considerados adequados, conforme Orlando Filho (1983), Raij et al. (1996) e Malavolta et al. (1997), com destaque para a variedade RB 867515, que apresentou níveis mais altos de as demais. As variedades RB 867515 e RB 92579 deste trabalho tiveram teores foliares de

Mg de 25 e 45% superiores, respectivamente, aos níveis encontrados por Calheiros et al. (2011).

O teor foliar de enxofre (S) foi levemente deficiente apenas na variedade RB 98710, sendo que nas demais estava na faixa considerada aceitável ( $1,3-3,0 \text{ g kg}^{-1}$ ). A deficiência de S diminui a síntese de aminoácidos e de proteínas havendo, conseqüentemente, uma diminuição no teor de clorofila e no crescimento da planta. Os principais sintomas de deficiência são coloração verde-pálida e clorose (PRADO, 2010).

Os teores de cobre (Cu) ficaram abaixo do preconizado na literatura (MALAVOLTA et al., 1997; ORLANDO FILHO, 1983, RAIJ et al., 1996), caracterizando-se como deficiente. A deficiência em Cu é generalizada nos canaviais do nordeste e do norte de Minas (OLIVEIRA et al., 2011b), todavia observam-se produtividades medianas em canaviais de Alagoas, podendo-se inferir que essas faixas de extração de nutrientes elaboradas por Malavolta et al. (1997), Orlando Filho (1983) e Raij et al. (1996) podem não ser adequadas para a região nordestina (CALHEIROS et al., 2011).

Com relação ao teor de zinco (Zn), as variedades RB 863129 e RB 943365 se destacaram positivamente, e estão de acordo com as recomendações de Malavolta et al. (1997) e Raij et al. (1996). As demais variedades foram semelhantes e estão de acordo somente com Raij et al. (1996), que preconizam uma variação de  $10-50 \text{ mg kg}^{-1}$  como adequado. A participação do Zn no metabolismo das plantas ocorre na síntese de ácido indolacético (AIA), síntese proteica do RNA, na anidrase carbônica, na estrutura das enzimas e na atividade enzimática. Na cana-de-açúcar sua deficiência é caracterizada pelo aparecimento de estrias cloróticas no limbo (PRADO, 2010).

Os teores de ferro (Fe) encontrados na folha +3 foram inferiores somente nas variedades RB 943365 e RB 98710. Os teores dessas duas variedades estão consideradas adequadas somente pela recomendação de Raij et al. (1996) e os das demais, pelas recomendações de Orlando Filho (1983), Malavolta et al. (1997) e Raij et al. (1996). O ferro é um micronutriente importante na biossíntese de clorofila e faz parte de proteínas e constituintes enzimáticos, além disso, participa na ativação de enzimas (PRADO, 2010).

O teor de manganês (Mn) foi maior em duas variedades, na RB 867515 e na RB 98710 e estão de acordo com Raij et al. (1996) e Malavolta et al. (1997), as demais estão apenas em concordância com Raij et al. (1996). A principal importância desde

micronutriente é na participação de atividades metabólicas como importante ativador enzimático (PRADO, 2010).

Para o boro (B), o menor teor foi encontrado na variedade RB 98710 e o maior na RB 92579, mas todos os teores atenderam à faixa de adequação de Orlando Filho (1983). Para a faixa de Raij et al. (1996) somente a RB 98710 foi tida como deficiente. As demais estavam na faixa de recomendação. Dentre as participações desse micronutriente na planta, pode-se destacar: transporte de açúcar, lignificação e estruturação da parede celular, nos metabolismos de carboidratos e de fenóis, e na redução da toxicidade do alumínio (PRADO, 2010).

Nas análises biométricas houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) entre as variedades e as épocas de cortes avaliadas para as variáveis, número de internódios descobertos (ID) e densidade dos colmos (DEC), (Tabela 5), cujas interações foram avaliadas separadamente (Tabela 6).

Verifica-se que na colheita aos 407 dias as variedades apresentaram a mesma porcentagem de ID, com uma média de 11,39 %. Todas as variedades aumentaram a porcentagem de ID aos 483 dias. De forma geral, o aumento dos valores de ID ocorre em função das características varietais.

Na variável internódios descobertos (ID), aos 483 dias a variedade RB 98710 apresentou o maior valor, seguida pelas variedades RB 863129 e RB 867515, que não diferiram entre si, e as variedades RB 92579 e RB 943365 apresentaram menores valores, as quais não diferiram entre si. A facilidade ou a dificuldade de despalha é uma característica varietal, como ocorreu com a variedade RB 92579 (RIDESA, 2010), mas pode ser um indicativo de plantas submetidas ao estresse hídrico.

Na densidade dos colmos (DEC) aos 407 dias não houve diferença entre as variedades, apresentando média de  $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ . A DEC de todas as variedades foi maior aos 483 DAP, já aos 483 dias as variedades RB 863129 e RB 98710 apresentaram as maiores DEC, e as outras, que não diferiram entre si, as menores DEC. Os valores encontrados neste trabalho foram, em geral, superiores aos encontrados por Klein (2010) de  $1,05 \text{ g cm}^{-3}$ , e por Azzini et al. (1986) de  $1,58 \text{ g cm}^{-3}$ , o que pode indicar que as variedades deste trabalho apresentaram maiores acúmulos de sacarose. Essa variável, conforme Azzini et al. (1986), está correlacionada positivamente com sólidos solúveis (Brix) e sacarose aparente (Pol), que avaliam indiretamente a concentração de sacarose. Portanto, pode-se utilizá-la como forma de prever a concentração de sacarose na planta de forma simples e econômica.

**Tabela 5** - Biometria de variedades de cana-de-açúcar

Variáveis	<sup>9</sup> Variedades					<sup>7</sup> Época de corte		EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	407	483		V	E	VxE
<sup>1</sup> CV (n° m <sup>-2</sup> )	3,39 <sup>ab</sup>	2,60 <sup>b</sup>	3,60 <sup>ab</sup>	3,15 <sup>ab</sup>	4,30 <sup>a</sup>	3,42	3,39	1,32	0,0469	0,9498	0,9981
<sup>2</sup> CNV (n° m <sup>-2</sup> )	0,30 <sup>b</sup>	0,24 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,35 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,32	0,43	0,35	0,0088	0,2914	0,5038
<sup>3</sup> TI (n°)	13,55 <sup>b</sup>	16,58 <sup>ab</sup>	12,99 <sup>b</sup>	19,49 <sup>a</sup>	14,59 <sup>b</sup>	12,98	17,90	1,46	0,0007	<,0001	0,9842
<sup>4</sup> ID (%)	31,44	34,63	20,15	27,17	43,78	11,39	51,48	4,40	0,0005	<,0001	0,0049
<sup>5</sup> DC (mm)	29,55 <sup>a</sup>	30,65 <sup>a</sup>	27,85 <sup>a</sup>	28,49 <sup>a</sup>	23,28 <sup>b</sup>	28,10	27,83	1,14	<,0001	0,7211	0,3639
<sup>6</sup> CC (cm)	156,25	177,18	138,10	155,94	149,57	158,69	152,12	18,58	0,2749	0,5490	0,5261
<sup>7</sup> PT (cm)	38,70	36,61	35,79	34,57	32,56	34,51	36,78	3,05	0,3725	0,2541	0,6369
<sup>8</sup> DEC (g cm <sup>-3</sup> )	1,50	1,36	1,40	1,40	1,48	1,19	1,67	0,07	0,2832	<,0001	0,0142

<sup>1</sup> Colmos viáveis<sup>2</sup> Colmos não viáveis<sup>3</sup> Total de internódios<sup>4</sup> Internódios descobertos<sup>5</sup> Diâmetro de colmos<sup>6</sup> Comprimento de colmos<sup>7</sup> Comprimento de ponteiro<sup>8</sup> Densidade do internódio central<sup>9</sup> Variedades: 1 = RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem, pelo teste de Tukey a 0,05.

**Tabela 6** – Interação variedades e dias após plantio da biometria de variedades de cana-de-açúcar

	Variedades					P-valor
	RB 863129	RB 867515	RB 92579	RB 943365	RB 98710	
Internódios descobertos (%)						
407 DAP	10,23	11,20	14,48	16,26	14,80	0,3586
483 DAP	52,64 <sup>b</sup>	58,07 <sup>b</sup>	35,82 <sup>c</sup>	38,09 <sup>c</sup>	72,76 <sup>a</sup>	<0,001
P-valor	<0,001	<0,001	0,001	0,0019	<0,001	
Densidade do internódio central (g cm <sup>-3</sup> )						
407 DAP	1,14	1,13	1,27	1,25	1,16	0,5005
483 DAP	1,87 <sup>a</sup>	1,60 <sup>b</sup>	1,53 <sup>b</sup>	1,56 <sup>b</sup>	1,80 <sup>a</sup>	0,0088
P-valor	<,0001	0,0001	0,0159	0,0052	<,0001	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem nas linhas pelo teste de Tukey a 0,05.

As variedades de cana-de-açúcar avaliadas diferiram ( $P < 0,05$ ) quanto ao número de colmos viáveis (CV), colmos não viáveis (CNV), total de internódios (TI) e diâmetro dos colmos (DC), salientando que a época de colheita foi significativa também para o total de internódios. O comprimento do colmo (CC) e o comprimento do ponteiro (PT) não diferiram entre as variedades, apresentando médias de 155,47 e 35,65 cm, respectivamente (Tabela 5).

A variedade RB98710 apresentou o maior número de CV e a RB 867515 o menor. A variável CV apresentou média de 3,41 colmos m<sup>-2</sup>, valor superior ao encontrado por Klein (2010), que obteve média 3,24 colmos m<sup>-2</sup> para a região de Jataí - GO, porém inferior ao encontrado por Oliveira et al. (2004), que observaram 4,08 colmos m<sup>-2</sup> na região de Paranaíba - PR. Os valores de CV deste trabalho estão abaixo do preconizado pela literatura, que indica uma média 5 a 5,42 colmos m<sup>-2</sup>, para um bom estabelecimento e perenidade com vistas à alimentação animal (MIRANDA et al., 2012).

A variedade RB 92579 apresentou o maior número de CNV, sendo que as outras variedades não diferiram entre si. Klein (2010) associou os menores valores de CNV com a maior produtividade das variedades.

O TI foi maior na RB 943365, não diferindo entre as demais variedades. Esta variável se relaciona com a facilidade de corte e com a digestibilidade (KLEIN, 2010). Assim, quanto maior os valores TI menor será a digestibilidade da forragem, devido ao maior número de nós.

O DC foi menor na RB 98710, porém não diferiu nas demais variedades de cana-de-açúcar avaliadas. No trabalho de Marques e Silva (2009) a variedade RB867515 apresentou maior valor para a variável diâmetro do colmo.

Para a produtividade total e das partes fracionadas da cana-de-açúcar em matéria natural e matéria seca não houve efeito de interação entre as variedades avaliadas e as épocas de colheita, à exceção ( $P < 0,05$ ) da quantidade de matéria natural total e de matéria natural de colmos produzidos (Tabela 7). Entretanto, houve efeito ( $P < 0,05$ ) da época de corte para a quantidade de MN e MS produzida de ponteiros e para MS de folhas verdes, que foram maiores aos 407 DAP.

Não houve diferença na produção de MN aos 407 DAP entre as variedades de cana-de-açúcar avaliadas, que apresentaram um valor médio de  $100,64 \text{ t ha}^{-1}$ . Entretanto aos 483 DAP a maior produção ( $P < 0,05$ ) de MN foi da RB 863129, seguida pela RB 943365 (Tabela 8). A variedade RB 863129 apresentou a maior produção ( $P < 0,05$ ) de MN aos 483 DAP e a RB867515 aos 407 dias, sendo que as demais variedades não diferiram entre as duas épocas de corte. A redução da produção da RB 867515 dos 407 DAP para 483 DAP pode estar relacionada às suas características de chochamento e de exigência a ambientes, sendo classificada, conforme a Ridesa (2010), como de média restrição, respectivamente.

As variedades produziram a mesma quantidade de MN de colmos aos 407 DAP cuja média foi de  $81,36 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabela 8). Aos 483 DAP, a variedade RB 863129 apresentou a maior produção e a RB 98710 a menor. Em relação às épocas, a quantidade de MN de colmos produzidos foi maior aos 483 dias para a RB 863129 e aos 407 dias para a RB 867515, sendo que as demais variedades apresentaram a mesma produção nas duas épocas de corte.

Na produção de MN e MS total, observou-se que as variedades foram semelhantes, assim como as épocas. Essa semelhança das variedades é reflexo do IAF observado, uma vez que as variedades apresentaram a mesma taxa de fotossíntese por unidade de superfície. Desta forma, a observação de outras variáveis poderão nortear na escolha das variedades mais indicadas para a região. Sendo assim, as variáveis de biometria podem proporcionar um indicativo da capacidade produtiva do canavial.

As análises de DC e CC permitem correlacioná-las com a produtividade, a densidade de perfilhamento inicial e as características genéticas. Conforme Klein (2010) a menor densidade de perfilhamento pode condicionar a maiores diâmetros de colmos.

**Tabela 7** – Produtividade de cana-de-açúcar total e fracionada em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, em matéria natural (MN) e seca (MS)

Itens (t ha <sup>-1</sup> )	<sup>11</sup> Variedades					<sup>12</sup> Época de corte		EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	407	483		V	E	VxE
<sup>1</sup> MN Total	117,54	104,13	90,98	98,59	88,68	100,64	99,33	9,38	0,0227	0,8106	0,0044
<sup>2</sup> FS MN	5,52	4,03	4,97	4,52	3,62	4,48	4,58	1,06	0,4291	0,8840	0,3525
<sup>3</sup> FV MN	8,91	6,86	5,16	6,87	6,28	7,47	6,16	2,17	0,3544	0,2584	0,8069
<sup>4</sup> Pont. MN <sup>1</sup>	7,67	5,61	6,36	6,29	5,50	7,42	5,15	1,07	0,2398	0,0020	0,4139
<sup>5</sup> Col. MN	96,15	88,94	72,65	81,21	66,20	81,36	80,70	9,12	0,0255	0,9107	0,0078
<sup>6</sup> MS Total	33,97	34,86	26,89	30,34	25,50	32,53	28,09	3,96	0,0827	0,0774	0,1545
<sup>7</sup> FS MS	4,42	3,26	4,04	3,34	2,93	3,69	3,51	0,82	0,3773	0,7276	0,1992
<sup>8</sup> FV MS	3,24	2,64	1,95	2,21	2,38	2,97	2,01	0,74	0,3289	0,0257	0,9242
<sup>9</sup> Pont. MS	1,96	1,97	1,85	1,94	1,46	2,54	1,14	0,31	0,4220	<,0001	0,1329
<sup>10</sup> Col. MS	24,33	26,97	19,03	22,83	18,72	23,32	21,43	3,28	0,0828	0,3600	0,1266

<sup>1</sup> Total de matéria natural

<sup>2</sup> Folhas secas na matéria natural

<sup>3</sup> Folhas verdes na matéria natural

<sup>4</sup> Ponteiros na matéria natural

<sup>5</sup> Colmos na matéria natural

<sup>6</sup> Total de matéria seca

<sup>7</sup> Folhas secas na matéria seca

<sup>8</sup> Folhas verdes na matéria seca

<sup>9</sup> Ponteiros na matéria seca

<sup>10</sup> Colmos na matéria seca

<sup>11</sup> Variedades: 1= RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

<sup>12</sup> Dias após o plantio.

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem nas linhas, pelo teste de Tukey 0,05.



**Tabela 8** – Interação variedades e dias após plantio da produtividade de cana-de-açúcar total e fracionada em folhas verdes, folhas secas, ponteiro e colmos, em matéria natural (MN) e seca (MS).

Colheta	VARIEDADES					P-valor
	RB 863129	RB 867515	RB 92579	RB 943365	RB 98710	
Matéria natural (t ha <sup>-1</sup> )						
407 DAP	99,79B	123,96A	98,05	91,94	89,44	0,0710
483 DAP	135,28aA	84,30cB	83,90c	105,25b	87,91c	0,0018
P-valor	0,0086	0,0040	0,2548	0,2832	0,9002	
Colmos MN (t ha <sup>-1</sup> )						
407 DAP	76,82B	104,97A	77,64	73,27	74,10	0,1143
483 DAP	115,49aA	72,92bcB	67,66bc	89,16b	58,30c	0,0023
P-valor	0,0071	0,0219	0,4479	0,2323	0,2347	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey 0,05.

A variável TI permite identificar as variáveis que menos se adaptaram ao ambiente, uma vez que o aumento do TI pode estar associado à deficiência hídrica, mas também pode ser uma característica da variedade. A deficiência hídrica ocasiona um menor alongamento dos internódios e formação de entrenós curtos e próximos (BENETT et al, 2011; CÂMARA, 1993). Desse modo, a estatura média observada (191,12 cm) foi inferior ao encontrado na literatura (200,5 cm), o que pode ser justificado pelos efeitos climáticos ocorridos durante a condução do estudo, que teve uma lâmina de água total de 2,78 mm dia<sup>-1</sup>. Sob deficiência hídrica Carvalho et al. (2009) encontraram estaturas mínimas de 190 cm quando foram aplicados 2,12 mm dia<sup>-1</sup> e 2,53 mm dia<sup>-1</sup>, em Capim - PB.

As variedades RB 98710 e RB 92579 apresentaram, em sua maioria, os piores desempenhos avaliados neste trabalho, embora em outros trabalhos as respostas produtivas sejam mais positivas, observa-se (Tabela 1), que ambas apresentam velocidade de crescimento lento, que com o agravamento da seca, reduziu a lamina de água e condicionou a piores desempenhos.

## CONCLUSÃO

As variedades com as melhores características foram a RB 863129, a RB 867515 e a RB 943365, adaptando-se melhor às condições edafoclimáticas locais e ao déficit hídrico ocorrido durante a condução do estudo, independentemente da época de colheita do referido estudo.

## REFERÊNCIAS

- AZZINI, A, et al. Densidade básica do colmo e sua correlação com os valores de brix e pol em cana-de-açúcar. **Revista Bragantia**, São Paulo, v 45, n. 1, p 155 – 160, 1986.
- BATISTA, L M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BENETT, C. G. S. Produtividade e desenvolvimento da cana-de-açúcar planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v 35, p 1661-1668, 2011.
- BERTALLI, G. J. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar utilizando o método CND**, 2011. 24p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) a – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2011.
- BORGES, A. L. C. C. et al. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. **Revista Veterinária & Zootecnia**, v 1, n 114, 2012.
- CALHEIROS, A. S. et al. Acúmulo de nutrientes e produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar na primeira rebrota, em função de doses de fósforo. **STAB Açúcar, Álcool & e Subprodutos**, Piracicaba, v. 39, n. 3, p. 26-29, 2011.
- CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. (Ed.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993, p. 31-64.
- CARVALHO, C. M. et al. Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Agrária**, Recife, v. 4, p. 72-77, 2009.
- CARVALHO, D. M. **O papel dos recursos no desempenho das empresas: uma aplicação em fazendas produtoras de leite**. 2013. 235 f. Tese (Pós Graduação em Agronegócios) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- CINTRA, J. E. V.; FERREIRA, G. H.; BRASIL, R. P. C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp.) em regiões com déficit hídrico. **Revista Nucleus**, Ituverava, Edição Especial, 2008.
- CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia da folha de Garanhuns SC.24-X-B-VI**. Brasília: CPRM/PRODEEM, 2008. 67 p.
- CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Diagnóstico do município de Garanhuns, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p.
- COSTA, C. T. S. et al. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 56 - 63, 2011.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. [2011]. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açucar/deacucar/arvore/CONTAG01\\_20\\_3\\_12006152934.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açucar/deacucar/arvore/CONTAG01_20_3_12006152934.html). Acesso em: 04 Nov. 2011.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 3. ed. 306 p.

FARONI, C. E. et al. Estado nutricional da cultura de cana-de-açúcar (cana-planta) em experimentos com <sup>15</sup>N. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1919-1927, 2009.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Editora Universitária – UFP, 2004. 536 p.

GALLO, J. R.; ALVAREZ, R. & ABRAMIDES, E. Amostragem em cana-de-açúcar, para fins de análise foliar. **Revista Bragantia**, São Paulo, v. 21, p. 899-921, 1962.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2007**. [2007]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2012.

INMAN-BAMBER, N.G. et al. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.59, p.13-26, 2008.

INMAN-BAMBER, N.G. et al. Sugarcane physiology: integrating from cell to crop to advance sugarcane production. **Field Crops Research**, Charlotte, v.92, p.115-117, 2005.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Estação meteorológica de Garanhuns-PE**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 out. 2013.

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.

LANDELL, M. G. de A. Novas variedades IACSP. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 1, p. 28-30, 2005.

MACHADO, E. C. et al. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 44, p. 229-238, 1985.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. **Potafos**, Piracicaba, 1997. 308p.

MARQUES, T. A.; SILVA, W. H. da. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 8, p. 54-60, 2008.

MIRANDA, A. S.; SOUZA, C. R.; DOMINGUES, F. N.; PASSOS, L. T.; SANTOS, T. G.; OIAGEN, R.P. Produtividade e características agronômicas de três cultivares de cana-de-açúcar cultivadas no município de Castanhal, Pará. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2012.

OLIVEIRA, M. W. et al. Produção da RB867515 influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 30, p. 30-33, 2011.

OLIVEIRA, M. W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30 – 43, 2007a.

OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-de-açúcar planta, no estado do Paraná. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.5 n1-2, p 87-94, 2004.

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**, Uberlândia, v. 37 n. 2: p. 71-76, 2007b.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Planalsucar. 1983. 368 p.

PINCELLI, R. P.; SILVA M A. Alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 546-556, 2012.

PRADO, R. M. et al. Calcário e Escória siderúrgica, avaliados por análise foliar, acúmulo e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Curitiba, v. 59, n. 01, p. 129 135, 2002.

PRADO, R.M. **Manual de Nutrição de Plantas Forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2010, 500p.

RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Fundação IAC, 2.ed., 1996. 255p.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RIDESA. Rede Universitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades RB de cana-de-açúcar**. Curitiba: Ridesa, 2010. 136p.

RODRIGUES, J.D. [1995]. **Fisiologia da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/6301126/Cana-de-açúcar-Ecofisiologia>>. Acesso em: 04 out. 2011.

SEBRAE. Serviço brasileiro de apoio a micro e pequenas empresas. **Boletim Setorial do Agronegócio – Bovinocultura Leiteira**. Recife: Sebrae-PE, 2010. 30 p.

SILVA, T. G. F. et al. Biometria da parte aérea da cana-de-açúcar soca irrigada no Submédio do Vale do São Francisco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 500-509, 2012.

TOPPA, E. V. B. et al. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, 2010.

TOWNSEND, C.R. et al. Avaliação agronômica de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros em Rondônia. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v.8, n.2, 2006.

WANDERLEY, W. L. et al. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.745-754, 2012.

## CAPÍTULO II

### COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E QUALIDADE DO CALDO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM

(Normas da Revista Caatinga)

## **Composição química e digestibilidade de variedades de cana-de-açúcar visando à produção de forragem**

**RESUMO** – Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição bromatológica e qualidade do caldo de variedades de cana-de-açúcar para o agreste de Pernambuco. O estudo foi conduzido na Fazenda Baraúnas, município de Garanhuns-PE. Foram avaliadas cinco variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, em sistema de irrigação complementar, entre os meses de dezembro de 2011 a janeiro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. Houve diferença significativa entre as variedades nas variáveis MS, MO, MM, PB, EE, NIDA/N, NIDN/N, NDT, ED, EM e EL. Com relação às épocas de colheita, observou-se que apenas as variáveis MS e DIVFDN apresentaram diferença significativa, onde a MS foi inferior e a DIVFDN superior aos 483 DAP. Nas demais variáveis, tanto as variedades como as épocas foram semelhantes. No fracionamento de carboidratos, apenas as variáveis CHT e A+B1 apresentaram diferença estatística entre as variedades, as demais foram semelhantes entre as épocas e entre as variedades. Com relação à qualidade do caldo, houve diferença significativa entre as variedades e entre as épocas para as variáveis Fenóis, Pol<sub>cana</sub>, Pol<sub>caldo</sub>, Pureza, AR<sub>cana</sub>, AR<sub>caldo</sub> e ATR. As variáveis Brix, FDN/BRIX e FDN/POL apresentaram diferença somente entre as variedades e nas demais variáveis não houve diferença. Analisando tanto as características de qualidade de caldo como a composição bromatológica, observa-se que as variedades RB 867515 e a variedade RB 943365 apresentaram as melhores características desejáveis de cana-de-açúcar para a alimentação animal e as variedades RB 98710 e RB 863129 as piores.

**Palavras-chave:** qualidade do caldo, ruminantes, sacarose

## **Chemical composition and digestibility of varieties of cane sugar in order to produce forage**

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the chemical composition and quality of the broth varieties of cane sugar with adaptive characteristics for the wild Pernambuco. The study was conducted at the Farm Baraúnas county Garanhuns-PE. Five varieties of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 and RB 98710, in a complementary irrigation system, between the months of December 2011 and January 2013 were evaluated. The experimental design was randomized blocks. There were significant differences among varieties in DM, OM, MM, CP, EE, NDIN/N, ADIN/N, TDN, DE, ME and LE variables. Regarding timing, it was observed that only the MS and IVNDFD variables showed significant differences, where MS was inferior and superior to 483 DAP IVNDFD. The other variables, as both varieties were similar ages. In the fractionation of carbohydrates, only the CHT and A + B1 variables showed statistical differences between varieties, the others were similar between seasons and between varieties. With regard to the quality of the broth was no significant difference between varieties and between seasons for Phenols, Pol<sub>stem</sub>, Pol<sub>juice</sub> Purity Ar<sub>juice</sub>, AR<sub>stem</sub> and ATR variables. The Brix, NDF/NDF and BRIX/POL variables showed differences only between the varieties and the other variables did not differ. It is observed that the varieties and the variety RB 867515 RB 943 365 showed the best desirable characteristics of cane sugar for animal feed and RB 98710 and RB 863129 varieties the worst.

**Key words:** quality of the broth, ruminants, sucrose

## INTRODUÇÃO

A bacia leiteira do estado de Pernambuco teve um crescimento de 173% no quantitativo de leite produzido entre os anos de 1998 e 2008 (IBGE, 2007). Cerca de 90% das propriedades dessa bacia possuem área menor que 50 ha e são responsáveis por 67% do leite produzido (SEBRAE, 2010).

A produtividade da região é considerada baixa, destacando-se os efeitos climáticos como um dos fatores que representam os gargalos dessa produção. O regime pluvial é distribuído irregularmente, com médias anuais que variam na faixa de 300-800 mm e com apenas três a quatro meses de estação chuvosa (EMBRAPA, 2011). Somam-se ainda na região as secas prolongadas que ocorrem basicamente a cada década, como a seca do ano de 2012, considerada a pior seca dos últimos 50 anos (CARVALHO, 2013). Conseqüentemente, ocorre baixa produção de forragem, que reflete em baixos índices zootécnicos e em elevados custos de produção, devendo-se planejar adequadamente o suporte de forragens, buscando alternativas que atendam às condições locais.

Dentre as alternativas de volumosos, pode-se utilizar cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) que possui potencial biológico de produção de 350 t ha<sup>-1</sup> ano (LANDELL, 2005) e tem a sua digestibilidade melhorada com o avançar da maturidade, devido ao maior acúmulo de sacarose (TOPPA et al., 2010; TOWNSED et al., 2006). Outra vantagem dessa gramínea é que o período de colheita coincide com a época de seca (BORGES et al., 2012).

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal deve levar em consideração não somente a produtividade das variedades, como também a qualidade nutricional. Essa qualidade pode ser analisada por meio da composição química da forragem, da qualidade do caldo, do estado nutricional da planta, de avaliações histológicas, de digestibilidade e da cinética de degradação. Portanto, a avaliação detalhada dos alimentos, bem como a dinâmica dos nutrientes, possibilita selecionar os genótipos que contribuam para uma melhoria da produção ou, pelo menos, assegurar a produtividade, sobretudo, em períodos desfavoráveis.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição bromatológica e a qualidade do caldo de variedades de cana-de-açúcar, sob irrigação complementar, com vistas ao seu potencial de utilização para a alimentação animal no Agreste de Pernambuco.



## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Baraúnas (latitude 8°56'31"S, longitude 36°36'24" O e altitude de 968 m), município de Garanhuns, pertencente à região Agreste Meridional, no semiárido do estado de Pernambuco. O clima é classificado, conforme Koppen, como Cs'a (mata de altitude, mesotérmico úmido), com precipitação média anual de 838,33 mm, distribuídos irregularmente durante o ano, mas com concentrações entre 70 a 130 dias, e a temperatura média anual é de 23,3°C (CPRM, 2005; INMET, 2013). O relevo é bastante dissecado e com vales profundos. O solo utilizado foi classificado como argissolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2006).

Foram avaliadas cinco variedades de cana-de-açúcar: RB 863129, RB 867515, RB 92579, RB 943365 e RB 98710, que apresentam características potenciais para sua utilização como forrageira, selecionadas com base nas características descritas pela Ridesa (2010) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Características das variedades de cana-de-açúcar avaliadas

<b>Características</b>	<b>RB 863129</b>	<b>RB 867515</b>	<b>RB 92579</b>	<b>RB 943365</b>	<b>RB 98710</b>
Produtividade	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Perfilhamento	Médio	Médio	Alto	Médio	Alto
Velocidade crescimento	Regular	Rápido	Lento	Regular	Lento
Porte	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
Maturação	Precoce média	Media tardia	Media tardia	Precoce	Precoce
Despalha	Fácil	Média	Difícil	Fácil	Fácil
Exigência em ambiente	Sem restrição	Media restrição	Media restrição	Media restrição	Com restrições
Teor de sacarose	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto
Teor de fibra	Médio	Médio	Médio	Baixo	Baixo

Antecedendo a implantação do estudo, foram coletadas amostras do solo da área, nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, para fins de adubação. As análises químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Ciências do Solo da UAG/UFRPE e seguiram a metodologia compilada pela Embrapa (2009) (Tabela 2). Em seguida, ocorreu-se o controle das plantas daninhas com a utilização de herbicidas à base de glifosato e 2,4-D. Após o cultivo, o controle foi realizado por meio de desbaste, de

capina ou do emprego do herbicida 2,4-D. Para a praga *Diatraea saccharalis* (broca-da-cana-de-açúcar) foi utilizado inseticida a base de fipronil.

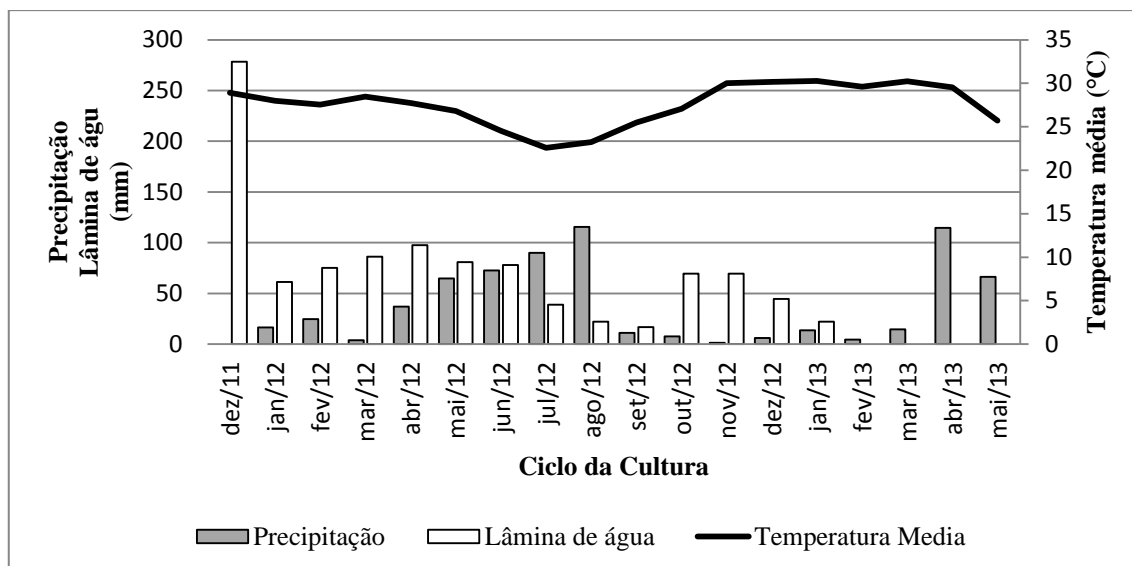
**Tabela 2** - Resultado das análises químicas de solo da área de plantio de cana-de-açúcar nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm.

Prof	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC (T)	V
-cm-		mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----								%
0-20	6,45	0,20	0,17	0,23	0,80	1,40	0,10	0,83	2,60	3,43	75,9
20-40	6,57	0,20	0,10	0,19	0,60	1,50	0,05	0,66	2,39	3,05	78,3

A adubação da cana-planta, realizada antes do plantio foi baseada na expectativa de produtividade (OLIVEIRA et al., 2007a; RAIJ, 2011), aplicando-se as doses de 100, 220 e 200 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por hectare, utilizando-se os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, através de aplicação manual. Em seguida, a área foi arada, gradeada, nivelada e a sulcagem ocorreu antes do plantio, assim como a aplicação dos fertilizantes.

O plantio foi realizado durante a primeira semana de dezembro de 2011. As parcelas, de 5,8 x 6,0 m cada, foram constituídas de seis sulcos com espaçamento de 1,20 m. A densidade de plantio foi de 18 a 20 gemas por metro de sulco, equivalente à média de 14 a 16 t de mudas por hectare. Os colmos foram picados em toletes de duas ou três gemas, sendo posteriormente depositados nos sulcos e cobertos com uma camada de terra variando de 5,0 a 8,0 cm.

O sistema de irrigação empregado foi o de irrigação complementar, a água utilizada para a irrigação foi captada em um riacho, denominado de Riacho Seco, pertencente à bacia hidrográfica do rio Mundaú, salientando que todos os cursos d'água da região têm regime de escoamento intermitente e padrão de drenagem dendrítica (CPRM, 2008). A lâmina total de irrigação foi de 1.041,59 mm, aplicados entre os meses de dezembro de 2011 a janeiro de 2013 (Figura 1), totalizando 1.705,89 mm aplicados na cultura.



**Figura 1** – Precipitação, lâmina de água e temperatura média durante o ciclo da cultura.

Com base na precipitação local e nas exigências da cultura em água, que demanda de 1500 a 2500 mm em um ciclo de um ano para uma produtividade de cerca de 150 t ha<sup>-1</sup> (DOORENBOS; KASSAM,1994), a lâmina de água estabelecida foi de 25 mm ha<sup>-1</sup> semanais. No entanto, durante a condução do estudo (dezembro de 2011 a maio de 2013) a precipitação foi de 664,3 mm e a temperatura média foi de 27,55° C (Figura 1) (INMET, 2013), ocasionado à redução do volume de água do riacho, consequentemente, as médias de lâminas de água passaram a ser de 14,25 mm ha<sup>-1</sup> semanais, insuficiente para atender à sua demanda.

A primeira colheita do estudo foi determinada com base no teor de sólidos solúveis (°brix), medido a campo por meio de refratômetro. As plantas foram colhidas quando todas as variedades atingiram °brix superior a dezoito. O momento da segunda colheita foi definido com no mínimo dois meses de diferença da colheita anterior, quando os níveis de °brix das variedades estavam próximos a vinte, com o intuito de evitar a colheita no momento em que o estado de senescência fosse acentuado.

Nas duas colheitas, 06/02/2013 (407 DAP) e 03/05/2013 (483 DAP), as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, descontando-se um metro das bordaduras, foram cortadas rente ao solo. A partir da área útil foram subamostrados cinco colmos industrializáveis para a realização das análises de qualidade do caldo. Os colmos foram passados em picadeira de forragem, homogeneizados, prensados em prensa hidráulica a 250 kgf e o caldo obtido foi analisado no laboratório da Usina Triunfo, seguindo-se métodos descritos por Delgado et al. (1984), Malavolta et al. (1997) e Qudsieh et al. (2002). Foram avaliados Pi (fosforo inorgânico), fenóis, fibra, brix, pol, sacarose,

pureza, AR (açúcar redutor), AR cana (açúcar redutor na cana) e ATR (açúcar total recuperável).

Outra subamostra composta por cinco plantas inteiras por parcela foi coletada e em seguida triturada em picadeira de forragem, pré-secada em estufa de ventilação forçada a 55° C e moída em peneira de 1 mm e encaminhada para o Laboratório de Nutrição Animal da UAG/UFRPE para a realização das análises de composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e FDN corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) foram determinados conforme recomendações de Detmann et al. (2012). O extrato etéreo (EE) foi determinado no extrator ANKOM XT10 (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA). Para avaliação do teor de FDN corrigido para cinzas (FDNc) foi realizada a queima dos sacos contendo os resíduos das amostras digeridas em detergente neutro, segundo AOAC (1990/ 942.05). Os teores de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram obtidos, respectivamente, pelas equações: HEM = FDN – FDA; CEL = FDA – LIG, conforme recomendações de Detmann et al. (2012).

Os carboidratos totais foram estimados conforme a equação proposta por Sniffen et al. (1992): CHT = 100 – (PB + EE + MM). Suas frações foram estimadas da seguinte forma: os carboidratos fibrosos (CF), considerados como sendo a FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp); os carboidratos não-fibrosos (CNF), ou seja, as frações A + B1, obtidos pela subtração entre os CHT e a FDNcp; a fração C = LIG x 2,4; e a fração B2, correspondente a fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a FDNcp e a fração C.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo NRC (2001). As estimativas da digestibilidade verdadeira de carboidratos não fibrosos (CNF<sub>dv</sub>), proteína bruta (PB<sub>dv</sub>), extrato etéreo (EE<sub>dv</sub>) e fibra em detergente neutro (FDN<sub>dv</sub>) foram obtidas conforme Weiss et al. (1992) de acordo com as seguintes equações:

$$NDT(\%) = CNF_{dv} + PB_{dv} + (AG_{dv} * 2,25) + FDN_{dv} - 7$$

$$CT = 100 - (PB + EE + Cinzas)$$

$$CNF_{dv} = 0,98 * \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + Cinzas]\} * PAF$$

$$PB_{dv} = PB * \exp[-1,2 * (PIDA / PB)]$$

$$AG_{dv} = AG$$

$$FDN_{dv} = 0,75 * (FDN_n - L) * [1 - (L / FDN_n)^{0,667}]$$

Em que: CT = carboidratos totais; PAF = fator de ajustamento de CNF, o qual, para as amostras analisadas, é igual a 1; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; AG = ácidos graxos, onde AG = EE - 1; FDN<sub>n</sub> = FDN - PIDN e L = lignina.

As estimativas de energia, na unidade Mcal/kg de MS foram obtidas por intermédio das equações do NRC (2001), onde a energia digestível (ED) e a energia metabolizável (EM) foram expressas na unidade Mcal/kg, utilizando-se as seguintes equações:

$$ED = (CNF_{dv} / 100) \times 4,2 + (FDN_{dv} / 100) \times 4,2 + (PB_{dv} / 100) \times 5,6 + (AG / 100) \times 9,4 - 0,3$$

$$EM = [1,01 \times (ED) - 0,45] + 0,0046.$$

$$EL = 1,37EM - (0,138EM^2) + (0,0105EM^3) - 1,12$$

A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) foram determinadas segundo a técnica de Tilley & Terry (1963), adaptada para o uso do Rúmen Artificial (DAISY<sup>II</sup>), desenvolvida por ANKOM<sup>®</sup>, conforme descrito por Holden (1999), sendo que as amostras foram acondicionadas em saquinhos de TNT (tecido não tecido - 100g/m<sup>2</sup>), medindo 5 x 5 cm. A DIVMS e DIVFDN foram calculadas através das fórmulas:

$$DIVMS \text{ (g/kg)} = \{100 - [(W_3 - (W_1 \times W_4)) \times 100 / W_2]\} * 10$$

Onde:

W<sub>1</sub> = peso de tara da bolsa

W<sub>2</sub> = peso de amostras

W<sub>3</sub> = peso da bolsa final depois de 24 h de digestão com Pepsina + ácido clorídrico

W<sub>4</sub> = correção da bolsa em branco (peso da bolsa em branco. Depois do ensaio de digestão Pepsina+HCl/ peso da bolsa original.)

$$DIVFDN \text{ (g/kg)} = 10 [100 - (FDN_f / FDN_i) * 100]$$

Onde:

FDN<sub>f</sub> = FDN remanescente após 48h de incubação

$F DN_i = F DN$  no tempo inicial ( $t=0$ )

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com o esquema fatorial de 5 x 2 (cinco variedades de cana-de-açúcar e duas épocas de avaliação, aos 407 e 483 dias após o plantio), com três repetições.

Os dados foram analisados por intermédio do procedimento MIXED do SAS (versão 9.1). Foram considerados como efeitos fixos a variedade de cana (V), a época de colheita após plantio (E) e a interação entre os mesmos (V x E). Blocos foram considerados efeitos aleatórios, de acordo com o modelo:  $Y_{ijk} = \mu + V_i + E_j + VE_{ij} + b_k + \varepsilon_{ijk}$ . Em que  $Y_{ijkl}$  = Variável dependente mensurável;  $\mu$  = média geral;  $V_i$  = efeito fixo da variedade i;  $E_j$  = efeito fixo da época de colheita j;  $VE_{ij}$  = efeito fixo da interação entre a Variedade i e a Época j;  $b_k$  = efeito aleatório do bloco k; e  $\varepsilon_{ijkl}$  = erro aleatório não observável (NID) (0;  $\sigma^2_\varepsilon$ ).

A avaliação de significância foi realizado por meio do teste F, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as variedades para os teores de MS, MO, MM, PB, EE, NIDA/N, NIDN/N, NDT, ED, EM e EL. Com relação às épocas de colheita, observou-se que apenas as variáveis teor de MS e DIVFDN apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ), onde o teor de MS foi inferior e a DIVFDN superior aos 483 DAP. Nas demais variáveis, não houve diferenças entre as variedades e nem entre as épocas de colheita (Tabela 3).

Os teores de MS foram superiores nas variedades RB 867515, RB 943365 e RB 92579 e, entre as épocas, observou-se que a produção de MS declinou aos 483 DAP. Freitas et al. (2006) trabalhando com cana-de-açúcar colhida aos 330 e 390 DAP encontraram teores de 260 e 278 g  $kg^{-1}$ , respectivamente. De forma geral, o aumento no teor de MS na cana-de-açúcar está relacionado ao aumento do teor de carboidratos solúveis, especificamente da sacarose (OLIVEIRA et al., 2011). Sendo assim, a diminuição da sacarose e o aumento de açúcares redutores contribuem na redução da MS.

Os teores de MO foram semelhantes entre as variedades, exceto para a variedade RB 867515 que foi superior às demais. Os valores encontrados neste trabalho estão

acima da média encontrada por Valadares Filho et al (2008), de 927 g kg<sup>-1</sup>. Para os valores de MM, o comportamento das variedades foi inverso, onde a RB 867515 apresentou o menor valor de MM. Nussio et al. (2006) observaram uma variação de 8,1 a 64,2 g kg<sup>-1</sup>.

Para os teores de PB, observou-se que as variedades RB 863129 e a RB 92579 apresentaram os maiores valores. Geralmente, o teor de PB em cana-de-açúcar varia de 24,6 a 34,7 g kg<sup>-1</sup> (CRUZ et al., 2010; VALADARES FILHO et al., 2008), o baixo teor de PB nesta gramínea é uma característica da espécie, não servindo como critério para escolha de variedades com vistas à alimentação animal, uma vez que esta poderá ser corrigida na dieta a baixo custo por meio de uma fonte de nitrogênio não proteico.

Quanto ao teor de EE, apenas a variedade RB 867515 diferiu das demais, apresentando valor inferior, no entanto, próximo a média encontrada na literatura, de 10, 2 g kg<sup>-1</sup> (VALADARES FILHO et al., 2008). Devido aos baixos teores de EE, a importância da cana-de-açúcar como fonte de energia através deste nutriente é praticamente nula.

Observou-se que os teores de lignina, celulose e hemicelulose das variedades de cana-de-açúcar estudadas foram semelhantes. As médias dos teores de lignina foram de 40,35 g kg<sup>-1</sup>, celulose de 208,59 g kg<sup>-1</sup> e hemicelulose de 212,80 g kg<sup>-1</sup>. Tanto a celulose como a hemicelulose são fermentadas no rúmen, todavia, são dependentes das concentrações de lignina, pois formam um complexo que impede a ação dos microrganismos ruminais. Conforme Van Soest (1994) a lignina está ligada aos carboidratos fibrosos e, devido a isso, poderá ocorrer uma limitação do potencial de digestão desses carboidratos, pois a lignina atua como uma barreira física, tornando-se recalcitrante aos ataques dos microrganismos ruminais. Nota-se que os teores de lignina encontrados neste trabalho estão abaixo dos valores citados na literatura, sendo assim, pode-se inferir que a digestibilidade da fibra seja maior, dada a uma menor lignificação da parede celular. Consequentemente, problemas como repleção ruminal e redução do consumo são, possivelmente, menores com estas variedades.

**Tabela 3** – Composição bromatológica de cinco de variedades de cana-de-açúcar

Variáveis (g kg <sup>-1</sup> ) *%, <sup>†</sup> Mcal kg <sup>-1</sup>	<sup>1</sup> Variedades					Época		EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	407	483		V	E	VxE
MS	266,33 <sup>b</sup>	289,28 <sup>a</sup>	282,37 <sup>a</sup>	300,39 <sup>a</sup>	274,14 <sup>b</sup>	294,21	270,80	11,21	0,0489	0,0032	0,0558
MO	955,45 <sup>b</sup>	967,27 <sup>a</sup>	952,38 <sup>b</sup>	959,63 <sup>b</sup>	959,65 <sup>b</sup>	957,62	960,13	3,82	0,0080	0,2856	0,2322
MM	47,22 <sup>a</sup>	34,96 <sup>b</sup>	46,38 <sup>a</sup>	42,54 <sup>a</sup>	42,88 <sup>a</sup>	43,52	42,08	3,94	0,0179	0,5174	0,0829
PB	31,34 <sup>ab</sup>	26,51 <sup>bc</sup>	32,77 <sup>a</sup>	29,02 <sup>b</sup>	24,99 <sup>c</sup>	28,38	29,48	0,97	<,0001	0,0876	0,2636
EE	16,18 <sup>a</sup>	11,43 <sup>b</sup>	16,57 <sup>a</sup>	15,73 <sup>a</sup>	14,67 <sup>a</sup>	14,45	15,38	1,22	0,0025	0,2250	0,3555
LIG.	41,97	40,88	37,13	39,09	42,66	39,65	41,04	2,24	0,1269	0,3328	0,0910
CEL	206,27	209,33	222,21	201,67	203,48	206,51	210,67	10,98	0,3839	0,5556	0,3660
HEMICEL.	237,59	177,52	216,18	216,39	216,39	209,64	215,97	23,56	0,1124	0,6366	0,1959
FDN	508,47	444,40	477,18	473,43	484,20	481,59	473,48	21,69	0,0861	0,5473	0,1168
FDA	264,22	266,88	261,00	257,04	267,85	263,95	262,84	10,16	0,7946	0,8585	0,2424
*PIDA/PB	5,09	5,21	4,78	4,99	5,14	5,10	4,99	0,20	0,2546	0,3606	0,4310
*PIDN/PB	13,57	12,68	12,22	13,35	12,92	12,80	13,09	0,47	0,0728	0,3559	0,0754
*NIDA/N	19,30 <sup>a</sup>	19,55 <sup>a</sup>	18,32 <sup>b</sup>	19,42 <sup>a</sup>	19,20 <sup>a</sup>	19,34	18,98	0,30	0,0048	0,0693	0,7847
*NIDN/N	26,71 <sup>b</sup>	28,92 <sup>a</sup>	24,94 <sup>c</sup>	28,20 <sup>a</sup>	27,76 <sup>ab</sup>	27,35	27,26	0,63	<,0001	0,8053	0,4360
DIVMS	618,82	608,98	626,76	632,73	618,17	630,95	611,23	16,06	0,6431	0,0665	0,4229
DIVFDN	476,95	458,70	512,60	493,24	484,97	512,10	458,48	26,57	0,3175	0,0032	0,4624
NDT <sub>m</sub>	648,18 <sup>c</sup>	676,60 <sup>a</sup>	666,35 <sup>ab</sup>	666,71 <sup>ab</sup>	656,14 <sup>bc</sup>	661,23	664,37	9,87	0,0300	0,5592	0,2857
<sup>†</sup> ED	2,85 <sup>c</sup>	2,96 <sup>a</sup>	2,93 <sup>ab</sup>	2,92 <sup>ab</sup>	2,87 <sup>bc</sup>	2,90	2,91	0,04	0,0324	0,5518	0,3094
<sup>†</sup> EM	2,47 <sup>c</sup>	2,59 <sup>a</sup>	2,55 <sup>ab</sup>	2,55 <sup>ab</sup>	2,50 <sup>bc</sup>	2,52	2,54	0,04	0,0259	0,4768	0,2467
<sup>†</sup> EL	1,55 <sup>c</sup>	1,63 <sup>a</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	1,60 <sup>ab</sup>	1,56 <sup>bc</sup>	1,58	1,59	0,03	0,0324	0,5268	0,2645

MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, LIG. = lignina, CEL = celulose, HEMICEL. = hemicelulose, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, PIDA/PB = proporção de proteína insolúvel em detergente ácido na proteína bruta, PIDN/PB = proporção de proteína insolúvel em detergente neutro na proteína bruta, NIDA/N = proporção de nitrogênio insolúvel em detergente ácido no nitrogênio total, NIDN/N = proporção de nitrogênio insolúvel em detergente neutro no nitrogênio total, DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca, DIVFDN = digestibilidade in vitro da FDN, NDT<sub>m</sub> = nutrientes digestíveis totais para animais em manutenção, ED = energia digestível, EM = energia metabolizável, EL = energia líquida.

<sup>1</sup>Variedades: 1= RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem nas linhas entre as variedades pelo teste F a 0,05 de probabilidade.



O teor médio de FDN observado foi de 477,53 g kg<sup>-1</sup>, valor inferior ao encontrado na literatura que apresenta média de 540 g kg<sup>-1</sup> (FREITAS et al., 2006; VALADARES FILHO et al., 2008). Segundo Oliveira et al. (1999), a cana-de-açúcar deve apresentar valores de FDN menores que 520 g kg<sup>-1</sup> para atender as necessidades ruminais de bovinos e, conforme o NRC (2001), são necessários no mínimo 250 g kg<sup>-1</sup> de FDN para vacas em lactação. De maneira geral os valores de FDN na cana-de-açúcar não são altos, todavia a qualidade da fibra é baixa.

O teor médio de FDA encontrado nas variedades foi de 263,39 g kg<sup>-1</sup>, valor próximo ao encontrado por Cruz et al. (2010), de 263,3 g kg<sup>-1</sup>. A FDA é constituída basicamente por lignina e celulose, sendo considerada a porção menos digestível do alimento. Sendo assim, quanto maior o seu teor menor será a digestibilidade (VAN SOEST, 1994).

Os teores de PIDA/PB e PIDN/PB foram, respectivamente, de 5,05 e 12,95 %, valores inferiores aos encontrados por Valadares Filho et al (2008), que observaram médias de 3,06 e 18,80 %. Os valores observados neste trabalho demonstram que a solubilidade da PB nas variedades estudadas foram maiores, o que confere maior digestibilidade.

Os menores valores de NIDA/N e NIDN/N foram observados na variedade RB 92579, sendo que as demais variedades foram estatisticamente semelhantes, à exceção do teor de NIDIN/N na variedade RB 863129. Valadares Filho et al (2014), observaram para o teor de NIDA/N valor médio de 20,27 % e para NIDN/N média de 24,45 %. Os valores de NIDA/N estão próximos aos da literatura. Já os valores de NIDN/N foram mais elevados, exceto para a variedade RB 92579. Conforme Weiss et al. (1999), os teores de NIDA correlacionam-se negativamente com a digestibilidade aparente da proteína. Pode-se inferir, então, que neste trabalho a digestibilidade da proteína foi superior, exceto para a variedade RB 92579.

Os valores médios da DIVMS e DIVFDN foram, respectivamente, 621,09 e 485,29 g kg<sup>-1</sup>, valores próximos ao encontrado por Valadares filho et al. (2014), que observaram médias de 616 e 419,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. A maior DIVMS está relacionada à menor lignificação da parede celular, uma vez que esta variável correlaciona-se negativamente com lignina, FDN e FDA. Logo, verifica-se que as variedades apresentam semelhanças quanto as variáveis supracitadas e que, conseqüentemente, possuem valor de DIVMS semelhantes.

A DIVFDN teve o mesmo comportamento, sendo que seus teores foram influenciados pela época, havendo redução da digestibilidade de 53,62 g kg<sup>-1</sup> aos 483 DAP, provavelmente em função de maiores teores de lignina e dos baixos teores de sacarose quando comparados aos 407 DAP. Segundo Carvalho et al. (2010) a digestibilidade da fibra seria um fator mais limitante do desempenho animal do que a digestibilidade da matéria seca, uma vez que a digestibilidade da fibra está mais relacionada com a qualidade do que com a quantidade. No que se refere à qualidade, Wilson e Mertens (1995) salientam que a estrutura física dos tecidos e o arranjo das células podem contribuir para a limitação da digestão.

Os teores de NDT, ED, EM e EL encontrados trabalho apresentaram o mesmo comportamento, onde se observa que a variedade RB 867515 se mostrou superior às variedades RB 98710 e RB 863129. Possivelmente, os maiores valores destas variáveis na variedade RB 867515 se devem ao maior conteúdo de carboidratos não fibrosos, pois, conforme Van Soest (1994), os teores de carboidratos não fibrosos influenciam nos valores de NDT, uma vez que estes carboidratos são quase que completamente disponíveis para os ruminantes.

No fracionamento de carboidratos (Tabela 4), não houve efeito de interação entre as variedades e nem em relação às épocas de colheita. Apenas as variáveis CHT e A+B1 apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as variedades.

A variedade RB 867515 apresentou o maior teor de CHT, quando comparados às variedades RB 863129, RB 92579 e RB 943365. Para esta variável Valadares filho et al. (2014) observaram um valor médio de 930 kg<sup>-1</sup>. As frações A+B1 foram superiores nas variedades RB 867515 e RB 943365 e nas demais foram semelhantes, caracterizando-as como variedades que possuem carboidratos de elevada degradação ruminal e que podem influenciar positivamente no desempenho animal. Observa-se que os valores neste trabalho foram superiores a média encontrada por Valadares Filho et al. (2014), de 365 kg<sup>-1</sup>.

As frações CF, B2 e C apresentaram médias de 476,66 kg<sup>-1</sup>, 380,39 e 97,26 kg<sup>-1</sup>. Para as frações B2 e C, Mello et al. (2006) observaram valores que variaram de 314 a 383 e de 121 e 148 kg<sup>-1</sup> respectivamente e Azevedo et al. (2003) observaram médias de 296 e 285 kg<sup>-1</sup>. A fração C está relacionada aos teores de lignina, conferindo maior ou menor digestibilidade dos carboidratos fibrosos e a fração B2 contribui para o maior fornecimento de energia, aumentando a síntese de proteína microbiana, visto que esta é a fração da fibra disponível (Mello et al., 2006).

**Tabela 4** – Fracionamento de carboidratos de cinco variedades de cana-de-açúcar

Itens (g kg <sup>-1</sup> )	<sup>1</sup> Variedades					Época		EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	407	483		V	E	VxE
CHT	905,24 <sup>bc</sup>	927,09 <sup>a</sup>	904,27 <sup>c</sup>	912,70 <sup>bc</sup>	917,44 <sup>ab</sup>	913,65	913,05	4,97	0,0008	0,8453	0,1794
CF	507,59	443,64	476,28	472,61	483,20	480,74	472,59	21,67	0,0867	0,5451	0,1158
A+B1	397,66 <sup>b</sup>	483,45 <sup>a</sup>	427,99 <sup>b</sup>	440,09 <sup>ab</sup>	434,25 <sup>b</sup>	432,91	440,46	24,21	0,0239	0,6072	0,1498
B2	406,86	348,33	387,16	378,79	380,81	383,57	377,21	20,38	0,1071	0,6211	0,0613
C	100,72	100,31	89,12	93,82	102,39	95,16	99,37	5,93	0,1325	0,2462	0,2325

CHT = carboidratos totais, CF = carboidratos fibrosos, A+B1 = carboidratos não estruturais, B2 = fração disponível de fibra, C = fração indigestível.

<sup>1</sup>Variedades: 1= RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem nas linhas entre as variedades pelo teste F a 0,05 de probabilidade.

Com relação à qualidade do caldo, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as variedades e entre as épocas para as variáveis Fenóis,  $Pol_{cana}$ ,  $Pol_{caldo}$ , Pureza,  $AR_{cana}$ ,  $AR_{caldo}$  e ATR. As variáveis Brix, FDN/BRX e FDN/POL apresentaram diferença somente entre as variedades e nas demais variáveis não houve diferença (Tabela 5).

A média do teor de Pi encontrado neste trabalho foi de  $190,80 \text{ mg L}^{-1}$ , valor superior aos observados por Silva (2012) e Silva (2013) que foram de  $57,6$  e  $57,5 \text{ mg L}^{-1}$  em cana-planta, respectivamente. O valor encontrado neste trabalho é considerado satisfatório para que ocorra uma boa clarificação do caldo, uma vez que o teor de Pi foi superior a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  (CÉSAR et al., 1987). O Pi possui a capacidade de complexar com impurezas do caldo e precipitá-las, facilitando a separação da sacarose (OLIVEIRA et al., 2011).

Os teores de fenóis foram superiores na variedade RB 92579 e na época de 407 DAP. Santos (2012) observou um valor médio de  $799 \text{ mg L}^{-1}$ , e Oliveira et al (2011), trabalhando com cana-de açúcar de primeira rebrota, observaram uma média de  $853 \text{ mg L}^{-1}$ . O teor de fenóis observados neste trabalho foi baixo, embora tenha ocorrido deficiência em cobre. Oliveira et al. (2011) relatam que os teores de fenóis observados na região centro-sul é praticamente a metade do teor encontrado na Região Nordeste e no nordeste de Minas Gerais. Ainda, segundo esse autor, uma das causas do elevado teor de fenóis no caldo da cana-de-açúcar é a deficiência de cobre, uma vez que esse elemento é constituinte das metaloenzimas polifenol oxidase e diamino oxidase e sob atuação deficiente destas enzimas há acúmulo de compostos fenólicos.

O valor médio de fibras observados neste trabalho foi de  $14,02\%$ , valor superior ao encontrado por Oliveira et al. (2011), de  $12,05\%$ . Conforme Tironi et al. (2012), a variável fibra é pouco influenciada por fatores ambientais, sendo mais influenciada pelas características varietais. Segundo Teixeira Filho et al. (2013), elevados teores de fibras dificultam a eficiência da extração do caldo e baixos teores condicionam ao tombamento da cana-de-açúcar no campo.

Os menores teores de sólidos solúveis (Brix) foram observados nas variedades RB 863129 e RB 92579. Oliveira et al. (2011) observaram teor de  $20,6\%$  e Teixeira Filho et al. (2013) o teor de  $21,4\%$ . A cana-de-açúcar é considerada madura quando os seus teores de brix são iguais ou superiores a  $18\%$ .

**Tabela 5** – Qualidade do caldo de cinco variedades de cana-de-açúcar avaliadas em duas épocas

Itens	<sup>1</sup> Variedades					Época		EPM	P-valores		
	1	2	3	4	5	407	483		V	E	VxE
Pi (mg/L)	185,00 <sup>ab</sup>	191,17 <sup>ab</sup>	209,17 <sup>a</sup>	172,17 <sup>b</sup>	196,50 <sup>ab</sup>	186,60	195,00	10,41	0,0195	0,1947	0,9971
Fenois (mg/L)	320,17 <sup>bc</sup>	334,83 <sup>b</sup>	432,17 <sup>a</sup>	288,33 <sup>c</sup>	292,50 <sup>c</sup>	347,53	319,67	16,19	<,0001	0,0118	0,8996
Fibra (%)	13,61	14,53	13,86	13,96	14,16	13,87	14,17	0,38	0,2307	0,2370	0,9924
Brix (%)	17,30 <sup>b</sup>	19,01 <sup>a</sup>	18,39 <sup>ab</sup>	19,63 <sup>a</sup>	18,63 <sup>a</sup>	18,84	18,34	0,66	0,0121	0,1984	0,5120
Pol <sub>caldo</sub> (%)	13,81 <sup>c</sup>	15,75 <sup>ab</sup>	15,03 <sup>bc</sup>	16,5 <sup>a</sup>	15,09 <sup>bc</sup>	15,76	14,74	0,80	0,0131	0,0358	0,5277
Pol <sub>cana</sub> (%)	11,37 <sup>c</sup>	12,75 <sup>ab</sup>	12,30 <sup>bc</sup>	13,55 <sup>a</sup>	12,31 <sup>bc</sup>	12,91	12,01	0,63	0,0096	0,0152	0,4682
Pureza (%)	79,79 <sup>c</sup>	82,82 <sup>ab</sup>	81,53 <sup>bc</sup>	84,36 <sup>a</sup>	80,97 <sup>bc</sup>	83,49	80,29	1,45	0,0200	0,0011	0,5176
AR <sub>caldo</sub> (%)	1,05 <sup>a</sup>	0,97 <sup>b</sup>	1,01 <sup>ab</sup>	0,92 <sup>b</sup>	1,02 <sup>ab</sup>	0,95	1,04	0,04	0,0229	0,0013	0,5161
AR <sub>cana</sub> (%)	0,86 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,82 <sup>ab</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,83 <sup>a</sup>	0,77	0,84	0,04	0,0257	0,0035	0,6307
ATR (%)	114,29 <sup>c</sup>	126,47 <sup>ab</sup>	122,62 <sup>bc</sup>	133,76 <sup>a</sup>	122,75 <sup>bc</sup>	127,88	120,07	5,60	0,0093	0,0177	0,4588
TBH (t ha <sup>-1</sup> )	16,62	16,92	13,76	15,99	12,32	15,40	14,85	2,01	0,1279	0,6664	0,0507
TSH (t ha <sup>-1</sup> )	10,91	11,40	9,24	11,04	8,14	10,57	9,72	1,45	0,1318	0,3489	0,0677
FDN/BRIX	2,93 <sup>a</sup>	2,34 <sup>c</sup>	2,50 <sup>b</sup>	2,42 <sup>b</sup>	2,60 <sup>b</sup>	2,57	2,55	0,14	0,0013	0,7987	0,1986
FDN/POL	3,68 <sup>a</sup>	2,84 <sup>c</sup>	3,09 <sup>bc</sup>	2,88 <sup>b</sup>	3,22 <sup>b</sup>	3,10	3,19	0,22	0,0010	0,4126	0,2501

Pi = fósforo inorgânico, Brix = sólidos solúveis, Pol = sacarose aparente, AR = açúcar redutor, AR Cana = açúcar redutor na cana, ATR = Açúcar total recuperável,

TBH = tonelada de Brix por hectare, TSH = tonelada de sacarose por hectare

<sup>1</sup>Variedades: 1= RB 863129, 2 = RB 867515, 3 = RB 92579, 4 = RB 943365, 5 = RB 98710.

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem nas linhas entre as variedades pelo teste F a probabilidade de 0,05.

Observou-se para a sacarose aparente no caldo ( $Pol_{caldo}$ ), a sacarose aparente no colmo ( $Pol_{colmo}$ ), e os teores de Pureza e ATR apresentaram o mesmo comportamento, havendo destaque para as variedades RB 867515 e a RB 943365, e para a colheita realizada aos 407 DAP. De forma geral, as variedades apresentaram teores satisfatórios de  $Pol_{caldo}$ , a exceção da variedade RB 863129, que apresentou valor inferior a 14% (RIPOLI; RIPOLI, 2004). Em áreas de sequeiro, Oliveira et al. (2011a) observaram, para as variedades RB92579 e RB867515 o  $Pol_{caldo}$  de 18,2 e 18,1%, respectivamente.

Em Alagoas, Oliveira et al, (2011b) observaram um valor médio de 16,6% para a primeira rebrota da RB867515. Os menores valores de  $Pol_{colmo}$  indicam menor rendimento industrial na produção de açúcar, e a Pureza indica a porção de sacarose entre os açúcares totais do caldo. Conforme Ripoli e Ripoli (2004), os teores mínimos considerados satisfatórios para a pureza é de 85%, sendo assim, todas as variedades apresentaram um grau de pureza inferior. Os teores de  $AR_{caldo}$  e  $AR_{cana}$  foram semelhantes, onde as variedades RB 867515 e a RB 943365 e a época 407 DAP apresentaram os menores valores. Observa-se que houve redução do AR e aumento da Pol entre as variedades que, conforme Ravaneli et al. (2004), se deve à redução da intensidade do crescimento, ocorrendo uma diminuição da demanda de glicose e frutose e aumento da sacarose, característico da cana-de-açúcar em maturação.

Analisando a produtividade, observa-se que as variáveis TBH e TSH apresentaram médias, de 15,12 e 10,14 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente e as relações FDN/BRIX e FDN/POL foram superiores na variedade RB 863129. Conforme Siqueira et al. (2012) a redução da relação FDN/POL contribui para o aumento da digestibilidade. Consequentemente, para um maior consumo de energia. Mello et al. (2006) relatam que esse parâmetro é importante para a escolha de variedades para a alimentação de ruminantes, devendo apresentar média inferior a 3,03%. Para a relação FDN/BRIX, Rodrigues et al. (1997) recomenda uma relação inferior a 2,7% como adequada para ruminantes, a fim de evitar que o maior teor de FDN limite o consumo de energia digestível.

Desta forma, analisando tanto as características de qualidade de caldo como a composição bromatológica, observa-se que as variedade RB 867515 e a variedade RB 943365 apresentaram as melhores características desejáveis de cana-de-açúcar para a alimentação animal e as variedades RB 98710 e RB 863129 as piores.

## CONCLUSÃO

As variedades com as melhores características bromatológicas e de qualidade do caldo são as RB 867515 e a RB 943365.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 15 ed. Arlington, V.A., 1990.
- AZEVÊDO, J.A.G. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.
- BORGES, A. L. C. C. et al. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. **Revista Veterinária & Zootecnia**, v 1, n 114, 2012.
- CARVALHO, D. M. **O papel dos recursos no desempenho das empresas: uma aplicação em fazendas produtoras de leite**. 2013. 235 f. Tese (Pós Graduação em Agronegócios) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- CARVALHO, M.V. et al. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.47, n.4, p.298-306, 2010.
- CESAR, M.A.A. et al. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 5, p. 32-38, 1987.
- CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia da folha de Garanhuns SC.24-X-B-VI**. Brasília: CPRM/PRODEEM, 2008. 67 p.
- CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Diagnóstico do município de Garanhuns, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p.
- 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, out./dez. 2010.
- DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A.; FERREIRA, L. J.; MICHELON, J. A. A determinação de fosfatos no caldo de cana-de-açúcar nas indústrias açucareiras e alcooleiras. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, p.31-34, maio-junho, 1984.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. INCT – CIENCIA ANIMAL 2012. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 214p.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. [2011]. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açucar/deacucar/arvore/CONTAG01\\_20\\_3\\_12006152934.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-açucar/deacucar/arvore/CONTAG01_20_3_12006152934.html). Acesso em: 04 Nov. 2011.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 3. ed. 306 p.

FREITAS, A.W.P. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.229-236, 2006.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2007**. [2007]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2012.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Estação meteorológica de Garanhuns-PE**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 out. 2013.

LANDELL, M. G. A. Novas variedades IACSP. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, n. 1, p. 28-30, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

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

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C., 2001. 381p.

NUSSIO, L.G. et al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: FUNERB, 2006. p. 277-328.

OLIVEIRA, M. W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar -de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n.239, p. 30-43. 2007.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Funep: Jaboticabal, Brasil. 128 p. 1999.

OLIVEIRA, M. W. et al. Produção da RB867515 influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 30, p. 30-33, 2011.

QUDSIEH, H. Y. M. et al. Effect of maturity on chlorophyll, tannin, color, and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.50, p.1615-1618, 2002.



- RABELO, C. H. S. et al. Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 1137-1149 out/dez, 2010.
- RAIJ, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, 2011. 420p.
- RAVANELI, G. C.; MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R. Efeitos do despondo e das épocas de colheita sobre parâmetros tecnológicos em cana-de-açúcar. **Científica**, Jaboticabal, v.32., n.2, p. 185 – 190, 2004.
- RIDESA. Rede Universitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades RB de cana-de-açúcar**. Curitiba: Ridesa, 2010. 136p.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros & Marques ed. Eletrônica, 2004. 302p.
- 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. 1333- 1338, 1997.
- SEBRAE. Serviço brasileiro de apoio a micro e pequenas empresas. **Boletim Setorial do Agronegócio – Bovinocultura Leiteira**. Recife: Sebrae-PE, 2010. 30 p.
- SILVA, V. S. G. **Estado nutricional, acúmulo de nutrientes, qualidade do caldo e produção de açúcares por quatro variedades de cana**. 2012. 29f. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.
- SILVA, V. S. G. **Estado nutricional, qualidade industrial e produtividade de variedades de cana-de-açúcar nos ciclos de cana-planta, primeira e segunda rebrotas**. 2013. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2013.
- SIQUEIRA, G. R. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p. 991-1008. 2012.
- 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.7, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M. et al. Qualidade tecnológica e produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar submetida a adubação com zinco. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1603-1614, jul./ago. 2013.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, Bogdan, v.18, n.2, p. 104-111, 1963.
- TIRONI, S. P. et al. Produtividade e qualidade da matéria prima de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.32-41, jan./abr. 2012.
- TOPPA, E. V. B. et al. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, 2010.

TOWNSEND, C.R. et al. Avaliação agronômica de variedades de cana-de-açúcar para fins forrageiros em Rondônia. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v.8, n.2, 2006.

VALADARES FILHO, S.C. et al. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: Simpósio de Produção De Gado De Corte, 6. **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.121-182.

VALADARES FILHO, S.C. et al. **CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em 10 de jan. de 2014.

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

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, **Proceedings...**, Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; St.PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p.95-110, 1992.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v.35, n.1, p.251-259, 1995.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A variedade RB 867515 apresentou os melhores desempenhos, tanto para as características agronômicas como bromatológicas e de qualidade do caldo para as condições observadas durante a condução deste estudo.