

Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

MAYANNA KARLLA LIMA COSTA

Chapadinha-MA
2014

MAYANNA KARLLA LIMA COSTA

**VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Francirose Shigaki

Chapadinho-MA
2014

MAYANNA KARLLA LIMA COSTA

**VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação aprovada em: 27/08/2014.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Francirose Shigaki
Universidade Federal do Maranhão
(Presidente)

Prof. Dra Rosane Cláudia Rodrigues
Universidade Federal do Maranhão
(Membro Interno)

Prof. Dr. Miguel Arcanjo Moreira
Universidade Federal do Maranhão
(Membro Externo)

“O que nos ajuda a estabelecer as prioridades certas e a gerir bem o nosso tempo é a consciência de que só temos de trabalhar com o dia de hoje, pois o passado está irremediavelmente perdido, e o futuro é apenas uma possibilidade”

Dorothey Kelley

Dedico

A minha Mãe-avó *dona Nenê* pelo exemplo de pessoa batalhadora e dedicada em tudo que faz, e ainda pela educação e formação de vida

Ofereço

Ao Grupo de Pesquisa *PROAGROS* e minha orientadora *Francirose Shigaki* pela amizade e confiança depositada em mim.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, primeiramente, pela força e pela vida, que é tão bela, tão rica em amor e dor, que cada um de nós tem seu próprio caminho para buscar o aperfeiçoamento, e ainda por me guiar e iluminar meus caminhos a cada dia.

Aos meus pais, *Maria Célia Lima Costa e Osano Costa Filho*, pela minha existência, por sempre me dar apoio e amparo, e por tornar grandes desafios da minha vida em pequenas dificuldades facilmente superáveis.

Aos meus irmãos, aos quais amo demais, *Clotilde de Moraes Costa neta e Osano da Costa e Silva Neto* que, mesmo estando longe, o simples fato de suas existências é capaz de me dar forças suficiente para eu não desistir em meio a dificuldades.

Aos meus *amigos de turma de mestrado da UFMA-CCAA*, pela verdadeira amizade que construímos, Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa.

E um agradecimento especial à *Karlyene Sousa* amiga que está comigo desde a graduação, pelo companheirismo em todos os momentos, até mesmo quando estávamos distantes geograficamente e conseguiu se fazer presente.

A todos os que estão e os que passaram pelo grupo de pesquisa Produção Agropecuária Sustentável- *-PROAGROS* durante a realização deste trabalho, *Tiago Pontes, Alirio Vieira, Grazielle Silva, Ludhanna Marinho, Elane Siqueira, Mauro Paiva, Pedro Patrick, Will Peres, Roberto, Larissa Brandão, Danny Meneses, Lucymara Cristina, Beutigildes Alves, Dalziza Neta*, pelo auxílio durante o experimento e por não terem medido esforços em nenhum momento para que tudo desse certo e que para esse trabalho pudesse ser concluído com êxito.

A todos os *professores e Coordenação do PPGCA-UFMA-CCAA*, pelo exemplo de profissionais dedicados, por todos os ensinamentos e incentivo.

A todos os *funcionários do FINEP e do mestrado em Ciência Animal*, em especial *José e Ribamar*, pela amizade e por serem sempre tão atenciosos e sempre dispostos a ajudar em qualquer circunstância.

Ao *Mestrado em Produção Animal da Universidade Politécnica de Valência (UPV)*, pelo ótimo acolhimento, pela amizade e ensinamentos de todos os professores, em especial ao coordenador do mestrado *Cristofol Pérís* pelo apoio desde o início da minha mobilidade e ao meu orientador de pesquisa na UPV, professor *Fernando Estelles* pela confiança e oportunidade. A todos meus amigos, ali conquistados grata pela amizade e companheirismo durante a mobilidade acadêmica, sem vocês essa experiência não teria sido tão perfeita. *Gracias por todo Chicos!!*

À toda equipe de *laboratoristas e estagiários do LANA-Laboratório de Nutrição Animal da UFPI*, em especial ao *Miguel Arcanjo* e à *Samy Emanuelle* grata pela amizade, disponibilidade, seriedade, e auxílio nas análises laboratoriais.

À *Embrapa Gado de Leite*, na pessoa da pesquisadora Heloísa Carneiro, pela ajuda com parte das análises de digestibilidade *in vitro*, serei eternamente grata.

Ao *Prof. Dr. Ivan Sampaio* e meu grande amigo *Thiago Vinicius* pelo auxílio na estatística, muito grata pelas sugestões e paciência.

À minha *Prof. Francirose Shigaki*, pela orientação, apoio, aprendizado, incentivo, amizade e principalmente pela confiança durante esses cinco anos. Muitos são professores, poucos são mestres; os professores ensinam por palavras em templos, com os mestres aprendemos por ações e exemplos.

Às minhas vacas mais lindas, queridas e amadas *Larissa, Grazy, Ludhana, Danila, Danny, Karlyene, Paulinha e Ellen*, amo ter vocês nos intervalos.

À minha melhor amiga *Dayane Louyse* pelo apoio incondicional em todas as áreas da minha vida, muito obrigada principalmente por sua existência na minha vida.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado *meu eterno Agradecimento*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Cana-de-açúcar na produção animal.....	2
2.2 Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar.....	4
2.3 Adubação nitrogenada X qualidade nutricional de cana-de-açúcar.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Descrição da área experimental.....	6
3.2 Instalação do experimento.....	7
3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	8
3.4 Análises.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1 Produtividade e Valor Nutritivo da Cana-planta – Ano I.....	10
4.2 Produtividade de colmos da primeira soca- Ano II.....	12
4.3 Produtividade de colmos da segunda soca- Ano III.....	13
4.4 Produtividade de colmos 1º soca x 2º soca.....	16
4.5 Teor de Matéria Seca nos Colmos 1º e 2º socas.....	17
4.6 Proteína Bruta -1º e 2º socas.....	18
4.7 Fibra em Detergente Neutro -1º e 2º socas.....	19
4.8 Fibra em Detergente Ácido - 1º e 2º socas.....	21
4.9 Digestibilidade <i>in vitro</i> - 1º e 2º socas.....	22
5. CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Produtividade e valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar.	11
Tabela 2 - Produtividade (t há ⁻¹) de colmos de primeira soca de variedades de cana-de-açúcar em função de doses de adubação nitrogenada.	12
Tabela 3 - Produtividade de colmos (t ha ⁻¹) da segunda soca de variedades de cana-de-açúcar em função de doses de adubação nitrogenada.	14
Tabela 4 - Produtividade de colmos da primeira e segunda soca de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	17
Tabela 5 - Produtividade de colmos da primeira e segunda soca de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	18
Tabela 6 - Teores de PB no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	19
Tabela 7 - Teores de FDN no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	20
Tabela 8- Teores de FDA no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	22
Tabela 9 - Teores de digestibilidade <i>in vitro</i> no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura e precipitação- Ano I	7
Figura 2 - Temperatura e precipitação- Ano II	8
Figura 3 - Temperatura e precipitação - Ano III.	8
Figura 4 – Croqui experimental- Ano I	9
Figura 5 - Croqui experimental - Anos II e III	9

RESUMO

Valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada

Objetivou-se avaliar o valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada. As variedades estudadas foram RB 863129, RB 867515 e RB 92579, e as doses nitrogenadas 0, 60, 80, 120 e 140 kg N ha⁻¹. O experimento foi dividido em duas etapas, sendo que na primeira etapa avaliou-se a produtividade e qualidade nutricional de três variedades de cana-de-açúcar (Ano I - cana-planta), e na segunda, (Anos II e III) avaliou-se a influência da adubação nitrogenada na qualidade nutricional da primeira e segunda soca das mesmas variedades. Para a análise de produtividade e os demais parâmetros foram feitas três coletas de material vegetal, uma a cada final de ano experimental. Determinou-se os teores de matéria seca (MS), e, com base na MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Na cana-planta foram determinados o teor de Brix e a relação FDN/Brix. Para a cana-planta, a produtividade (t ha⁻¹) e os teores de MS e PB, foram superiores (P<0,05) para a variedade RB 863129. Não houve diferença (P<0,05) entre as variedades para os teores de FDN e FDA e para a DIVMS. As três variedades avaliadas apresentaram composição química razoável para nutrição de ruminantes e digestibilidade *in vitro* maior que 60%. Na primeira e segunda soqueira houve diferença (P<0,05) entre variedades e doses de adubação para os parâmetros avaliados, com exceção do teor de MS e digestibilidade *in vitro*, que foram influenciados (P<0,05) pelas variedades, doses de N e anos de corte. A variedade RB 92579 apresentou nas duas soqueiras a melhor produtividade (131 t ha⁻¹ de colmos), aliada aos melhores parâmetros nutricionais (FDA 26%, FDN 41%, PB 2,4% e DIVMS 69,4%). A produtividade da cana-de-açúcar, assim com a sua qualidade nutricional, pode ser influenciada de acordo com o ano de corte e o manejo estabelecido em relação à adubação nitrogenada, além disso, as respostas observadas foram influenciadas pelas variedades na maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: digestibilidade *in vitro*, nutrição animal, *Saccharum officinarum*

ABSTRACT

Nutritional value of varieties of cane sugar as a function of nitrogen fertilization

The objective was to evaluate the nutritional value of varieties of sugar cane as a function of nitrogen fertilization. The varieties used were RB 863129, RB 867515 and RB 92579 and the nitrogen doses were 0, 60, 80, 120 and 140 kg ha⁻¹. The experiment was divided in two stages: in the stage we evaluated the productivity and nutritional quality of three varieties of sugar cane (I Year - plant cane), and in the second stage (Years II and III) we evaluated the influence of nitrogen fertilization on the nutritional quality of the first and second ratoon of the same sugar cane varieties. For the analysis of productivity and other parameters, one collection of plant material was performed at the end of each experimental. The laboratory analysis consisted in the dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and (DMIVD) digestibility. In plant cane were also determinations of Brix and ratio NDF/Brix. For the plant cane, in terms of productivity in t ha⁻¹, percentage of DM and CP, we observed a better values (P<0.05) for the RB 863129, and there was no significant difference between varieties (P <0.05) for the NDF, ADF and DMIVD. The three varieties evaluated showed reasonable chemical composition for ruminant nutrition and in vitro digestibility greater than 60%. The first and second ratoon all parameters differed (p<0.05) between varieties and fertilization, with the exception of DM content and in vitro digestibility occurring in most cases significant interaction between varieties, treatment and years of cutting. The variety RB 92579 presented at the two brass knuckles better productivity (a 131 t ha⁻¹ of stalks) coupled with the best nutritional parameters (26% of ADF, 41% NDF, 2,44% CP and 69 DMIVD). The productivity of cane sugar, as well as its nutritional quality may suffer any increase or decrease according to the year and cutting management established in relation to nitrogen fertilization, moreover, the observed responses were influenced by varieties in most parameters assessed.

Key-words: animal nutrition, *in vitro* digestibility, *Saccharum officinarum*

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da atividade pecuária depende, em grande parte, da alimentação e principalmente, do custo final de produção. Na produção de ruminantes a pasto, o grande problema enfrentado pelos pecuaristas diz respeito à estacionalidade da produção de forragem, a qual é responsável por causar oscilações da produção animal, uma vez que aproximadamente 80% da matéria seca das forragens produzidas nas pastagens durante o ano estão disponíveis na estação chuvosa, tornando-se a estação seca um período crítico, no qual a produção de forragens é insuficiente (Bonomo et al., 2009). Diante dessa situação, a busca por fontes alternativas de alimento, visando suprir a deficiência de volumosos na época da seca, bem como o atendimento às exigências nutricionais dos animais, fazem-se necessários.

A cana-de-açúcar, como alimento alternativo, destaca-se por vários aspectos como a elevada produção de matéria seca (MS) por hectare, facilidade de cultivo, rusticidade e, principalmente, a elevada digestibilidade de matéria seca, mesmo quando a cultura atinge a maturidade, o que lhe confere vantagem como forragem, visto que as forrageiras tropicais perdem em quantidade e qualidade durante a estação seca do ano, época em que a cana-de-açúcar apresenta máximo conteúdo de energia em forma de sacarose (AZEVEDO, 2002).

Diversos estudos conduzidos foram realizados visando a utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal, porém, o valor nutritivo tem sido, ainda, objeto de muitas indagações, principalmente quanto à definição de variedades com características mais adequadas à produção de forragem e quanto ao manejo (Siqueira et al., 2012). O conceito fundamentado por Boin et al. (1987) de que as melhores variedades de cana-de-açúcar forrageira são as que apresentam elevada proporção de folhas e colmos em relação a massa verde total não tem hoje mais sustentação, devendo ser considerado, também, a produtividade de massa verde e o valor nutritivo, quanto ao teor de açúcares e a fração de fibra em detergente neutro (FDN), uma vez que, esta última, influencia diretamente no consumo e na digestibilidade de matéria seca (RODRIGUES et al, 2005; TEIXEIRA, 2004).

A diferença em qualidade nutritiva entre as variedades podem existir (GOODING, 1982). Segundo Andrade (2003), as variedades de cana-de-açúcar apresentam curvas de maturação diferentes, sendo distintos, nessa curva, os percentuais de sacarose e o florescimento. Variações nos teores de proteína bruta (PB), FDN, fibra em detergente ácido (FDA) e na digestibilidade da MS foram observadas por MAGALHÃES et al. (2004). Matsuoka (1987), ao avaliar duas variedades de cana-de-açúcar, observou que a variedade RB 72454 apresentou, como parâmetro principal, elevado teor de sacarose e a variedade CO413, além do elevado teor de sacarose, apresentou, ainda, baixa porcentagem de fibra.

Além da variedade, outro fator que pode influenciar na qualidade nutritiva da cana-de-açúcar para a alimentação animal é a adubação nitrogenada, com a qual pesquisas são escassas. Além do possível efeito na qualidade nutricional da cana-de-açúcar, o manejo adequado da adubação nitrogenada pode contribuir grandemente para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Neste contexto, objetivou-se avaliar o valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) pertencente à família Gramineae (Poaceae), é a principal cultura agrícola em muitos países tropicais, e caracteriza-se por ser uma planta de ciclo perene, própria de climas tropicais e subtropicais, sendo provavelmente originária do sudeste da Ásia, região leste da Indonésia e Nova Guiné e ao longo de muitos séculos, se disseminou para várias ilhas do sul do Oceano Pacífico, Indochina, Arquipélago da Malásia e Bengala (ANDRADE, 2004).

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil no início do século XVI, procedente da ilha da Madeira e foi introduzida por Martin Afonso de Souza na primeira expedição colonizadora do Brasil, sendo, portanto, uma das primeiras atividades de importância econômica do País. A introdução se deu inicialmente na capitania de São Vicente em 1522, atual Estado de São Paulo, e foi trazida na mesma época para capitania de Pernambuco por Duarte Coelho Pereira, onde se desenvolveu principalmente nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Alagoas (ROSA, 2005).

O Brasil é hoje o principal produtor de cana-de-açúcar do mundo, e a previsão total de cana-de-açúcar para ser moída na safra de 2013/2014 é de 652 milhões de toneladas, (CONAB, 2013).

A produção de açúcar e álcool está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima processada, e nesse contexto a adubação é grande parte responsável pela qualidade da cana-de-açúcar, podendo proporcionar maior rentabilidade ao produto final. Atualmente a cultura da cana-de-açúcar é responsável por cerca de 20% do volume total de fertilizantes consumidos na área agrícola do país, e por 26,87% do total consumido de nitrogênio no ano de 2013 (CONAB, 2013).

Portanto, nos últimos anos a sociedade vem pressionando o setor, principalmente no que se refere ao meio ambiente, como a recomendação de práticas agronômicas adequadas do uso de fertilizantes nitrogenados (ARBEX, 2011). Observa-se também um maior interesse da sociedade

de maneira geral em buscar uma maior diversificação no uso da cana-de-açúcar, como por exemplo para alimentação animal no período de escassez das pastagens. Porém, a cana ainda é pouca estudada quanto à definição de variedades com ciclos de produção diferentes, que sejam mais adequados à produção de forragem e ao seu manejo (Giacomini et al., 2014). Algumas características relacionadas à cultura da cana-de-açúcar fazem dela um alimento de grande interesse para pecuária e dentre elas pode-se citar: facilidade de seu cultivo, colheita justamente na época de estiagem, pequena taxa de risco na sua utilização como forragem, baixo custo por unidade de matéria seca produzida, grande produção obtida em condições adversas, necessidade de replantio apenas com 5 ou 6 anos, adaptabilidade a quase todos os tipos de solos, e resistência a pragas (Nussio et al., 2001).

Em contraste com outras forrageiras, o período da safra da cana-de-açúcar coincide com a época de escassez de forragens, tornando-a assim um alimento importante para os bovinos, pois com o avançar da idade da cana-de-açúcar, ocorrem decréscimos no teor de proteína bruta (PB) e aumento nos teores de matéria seca (MS) e de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo este último resultado do acúmulo de sacarose. Ocorre também queda na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) com o avanço da idade, mas o aumento de CNF, representado pelo conteúdo celular, ameniza esta queda, fazendo com que haja aumento na digestibilidade da matéria orgânica (MO) com o avanço da idade da planta (Boin et al., 1987).

Ao considerar intervalos de quatro meses entre cortes da cana, Fernandes et al. (2003) verificaram que as diferenças nos teores de FDN e fibra em detergente ácido (FDA) foram relativamente pequenas, o que evidencia a capacidade desse volumoso em manter constante o seu valor nutritivo ao longo do tempo. No entanto, como opção de volumoso único, apesar de apresentar grande quantidade de carboidratos solúveis, que são rapidamente fermentados no rúmen, a fibra que também constitui porção considerável, apresenta baixa degradação ruminal, que frequentemente é atribuída ao baixo teor de proteína do alimento, levando ao baixo consumo de MS pelos animais (Carmo et al., 2001).

Mendonça et al. (2001) avaliaram a utilização da cana como volumoso exclusivo para vacas em lactação puras e mestiças, da raça holandesa, em comparação a um tratamento com silagem de milho, e concluíram que a silagem de milho, sob o ponto de vista da produção animal para animais com produções médias diárias de 20 kg/dia, mostrou-se superior à cana-de-açúcar, independente da forma de utilização. Outros trabalhos avaliando variáveis como peso corporal de vacas leiteiras tem-se verificado variação negativa em dietas contendo cana-de-açúcar como único volumoso (COSTA et al., 2005; SOUSA, 2003). De acordo com Ledic (2002) a cana não deve ser usada como volumoso exclusivo e sem suplementação proteica, pois os elevados teores de

açúcares podem acarretar sérios problemas metabólicos, como a acidose. Outros trabalhos como o de Fernandes et al. (2007), em pesquisa com bovinos Canchim alimentados com 40% de cana-de-açúcar ou silagem de milho, não observaram diferença de desempenho (médias de 1,42 e 1,43 kg/dia, respectivamente).

2.2 Valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, como alimento básico para ruminantes apresenta limitações nutritivas em virtude dos baixos teores de proteína, minerais e ao elevado teor de fibra de baixa degradação ruminal (LENG, 1988). Portanto, para que o uso da cana se torne viável, é imprescindível que o manejo agrônomo seja aplicado de forma adequada, quando da produção da cultura (utilização de variedade adaptada, nutrição mineral e tratos culturais) e, principalmente, ajustadas o seu valor nutricional quando ao fornecimento aos animais. Uma das decisões mais importantes na produção de cana-de-açúcar para alimentação animal é a seleção de variedade. A cana tem inúmeras com uma ampla variação de características (Sallas et al, 1992).

As variedades de cana-de-açúcar mais promissoras para alimentação de ruminantes são as que apresentam menor teor de FDN, maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), relação FDN/Pol (Pol - teor de sacarose) menor que 2,7 e baixo teor de lignina (Rodrigues et al, 1997). Considerando-se que é característica própria da espécie o baixo conteúdo nitrogenado, o teor de PB não é critério para escolha de variedades (RODRIGUES et al., 2006).

A produtividade de variedades de cana-de-açúcar é uma variável sensível às condições ambientais, portanto a escolha de uma variedade para a alimentação deve ser selecionada com informações sobre o sua produção e rendimento na área a ser cultivada. As variedades que apresentam melhor desempenho em solos orgânicos são diferentes daquelas que apresentam melhor desempenho em solos minerais. Além disso, em termos de qualidade nutritiva, variedades de cana cultivadas para a produção de açúcar são as melhores para fins de alimentação de ruminantes, pelo fato da sacarose ser um importante nutriente de elevada solubilidade ruminal. No entanto, para produção de açúcar, um elevado teor de fibras e alto conteúdo pode ser aceitável, mas pode ser menos desejável para alimentação animal, pois a fibra da cana é pouco digerível (Gooding, 1982).

A avaliarem 66 variedades, Pate et al (2001), observaram variação de 43 a 68% no teor de FDN e 32 a 57% quanto aos açúcares totais. Rodrigues et al. (1997) obtiveram variação de 45 a 56% de FDN, ao avaliarem 11 variedades, com menor valor para a variedade RB 86765418 e maior para a variedade CB 47355. Essa mesma variação foi observada pelos mesmos autores em

2001, ao avaliarem 18 variedades de cana-de-açúcar, em que as variedades IAC 86-2480 e RB835486 se destacaram em qualidade para alimentação de bovinos. Andrade et al (2003) avaliaram 39 variedades para alimentação animal, e observaram quanto a composição química, principalmente no que se refere aos teores dos componentes da parede celular (FDN, FDA, CEL, HEM e LIG), estavam dentro da amplitude de variação obtidas em outras pesquisas (CARVALHO, 1992; OLIVEIRA et al, 1996), sendo mais recomendadas para a alimentação animal as variedades IAC 832396, IAC 821004 e IAC 834128.

A relação FDN/açúcares, segundo Gooding (1982), é uma variável importante na escolha de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes, sendo que esta relação deve ser baixa, ou seja, reduzido teor de FDN e elevado conteúdo de açúcar, uma vez que a variedade que apresenta elevado teor de FDN limitará, em determinado grau, a ingestão de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, o consumo de energia poderá ser insuficiente para atender as exigências nutricionais do animal, afetando, assim, o desempenho animal. Azevêdo et al. (2003) observaram diferença, quanto às variáveis e com reduzido teor de lignina, que variou de 12,2 a 17,1% da MS para as variedades SP 791011 e SP 801842. Esta variável, que faz parte da FDN, tem alta correlação negativa com a digestibilidade, além de o aumento no teor de FDN na planta estar associado ao espessamento da parede celular, o que reduz a área disponível ao ataque microbiano no rúmen (TEIXEIRA, 2004).

2.3 Adubação nitrogenada X valor nutritivo da cana-de-açúcar

Entre os nutrientes essenciais para as plantas, o nitrogênio (N) é um dos mais exigidos em quantidade pela cana-de-açúcar (PRADO, 2002), a qual apresenta metabolismo do tipo C4, com elevada taxa fotossintética, sendo necessário um aporte adequado de N para que os processos fisiológicos e as reações bioquímicas responsáveis pela fotossíntese se processem satisfatoriamente (MUCHOVEJ; NEWMAN, 2004). Assim, a grande demanda da cana-de-açúcar por este nutriente faz com que a participação do mesmo no processo produtivo seja parte substancial em relação ao custo total de implantação e manutenção dos canaviais (Rakkiyappan et al., 2007). Entretanto, considerando a exigência da cultura por N, a dinâmica deste no solo e, ainda, os processos bioquímicos que envolvem a assimilação de N, os aspectos relacionados à utilização da adubação nitrogenada, principalmente quanto a seus possíveis efeitos na qualidade nutricional da cana-de-açúcar ainda precisam ser melhor esclarecidos.

Os efeitos são melhor observados em soqueiras de cana-de-açúcar, pois a cana-soca apresenta maior resposta à adubação nitrogenada em relação à cana-planta (WIEDENFELD,

2000). Dentre as possíveis causas da ausência de resposta da cana-planta à adubação nitrogenada, ressalta-se a maior fixação biológica e a maior disponibilidade de nitrogênio proporcionada pela mineralização do resíduo vegetal, resultante da reforma do canavial (ZAMBELLO JUNIOR, ORLANDO FILHO 1981; CARNAÚBA, 1990). A variação entre as proporções partes da planta em relação à adubação nitrogenada utilizada pode estar relacionada a diversos aspectos, como por exemplo: a quantidade de chuva, disponibilidade hídrica, intensidade luminosa, teor de argila e qualidade dos argilo-minerais, teor de matéria orgânica, quantidade de óxidos e hidróxidos e, ainda, quantidade e espécies de microrganismos.

Em estudo realizado por Prado e Pancelli (2006), que avaliaram 5 doses de adubação nitrogenada (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) foi observado que a adubação nitrogenada em soqueira não afetou os teores de macro e micronutrientes nas folhas da cana-de-açúcar tanto no primeiro como no segundo corte da soqueira, exceto do nitrogênio.

Ao avaliarem acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada, Gava et al. (2001) observaram que a eficiência de utilização do N da uréia pela soqueira de cana foi em média de 17%. Franco et al. (2007) avaliaram o acúmulo de macronutrientes na cana em função da adubação nitrogenada e observaram que a mesma promoveu maior acúmulo de N e S na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar, sendo a relação N/S igual a 2,0.

Apesar da importância do nitrogênio para a cana-de-açúcar e a larga utilização desta planta na alimentação animal, são raros os trabalhos com o efeito da adubação nitrogenada no valor nutritivo da cana-de-açúcar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi realizado em área cedida pela Fazenda Várzea, no município de Brejo, Região do Baixo Parnaíba Maranhense, situada a 03°44'33" W de latitude, 43°21'21" W de longitude. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo (Manual de Classificação de Solos da Embrapa, 1997) e a análise química está apresentada na Quadro 1. As maiores precipitações durante o período experimental se concentraram nos meses de dezembro a maio, as quais corresponderam a 80% da precipitação total.

Quadro 1. Análise química do solo da área experimental

Atributo									
pH	H +Al	Al	H	Ca+Mg	Ca	Mg	Na	K	P
H ₂ O	cmol/dm ³							mg/kg	
5,12	9,41	0,60	8,81	4,70	2,20	2,50	0,02	0,11	2,5

3.2. Instalação do experimento

O experimento foi implantado no ano de 2009, com preparo convencional do solo, e o plantio foi realizado em sulcos de 30 cm de profundidade e espaçamento de 1,00 m entre as linhas. As mudas com idade entre 10 e 12 meses foram distribuídas no fundo dos sulcos, cruzando se pés e pontas. Depois as mudas foram picadas, manualmente, em toletes com três a quatro gemas, com auxílio de uma faca; após acondicionamento dos toletes, os sulcos foram cobertos com aproximadamente 10 cm de solo destorroado. A adubação de plantio foi realizada de acordo com as recomendações de análise de solo, com 120 kg h⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg de K₂O.

O experimento teve duração de três anos (Ano I -Cana planta, Ano II- primeira soca e Ano III- segunda soca). Durante o período experimental, as médias das temperaturas máximas e mínimas foram respectivamente 28 e 29°C. Os dados de temperaturas e precipitações foram obtidos pelo Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA) no site do CPTEC INPE (Figuras 1, 2 e 3).

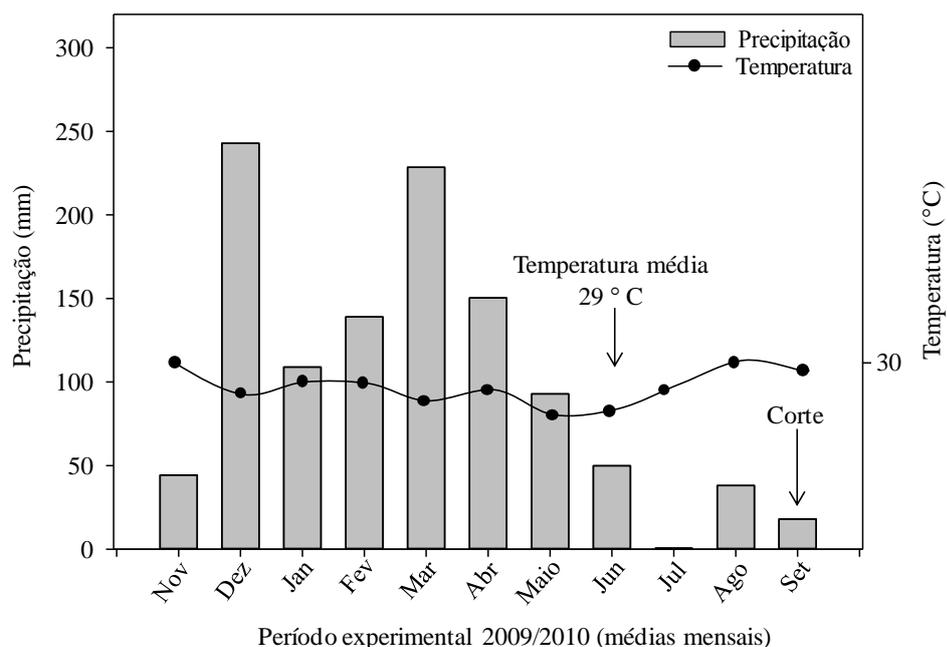


Figura 1. Temperatura e precipitação do Ano I – cana planta.

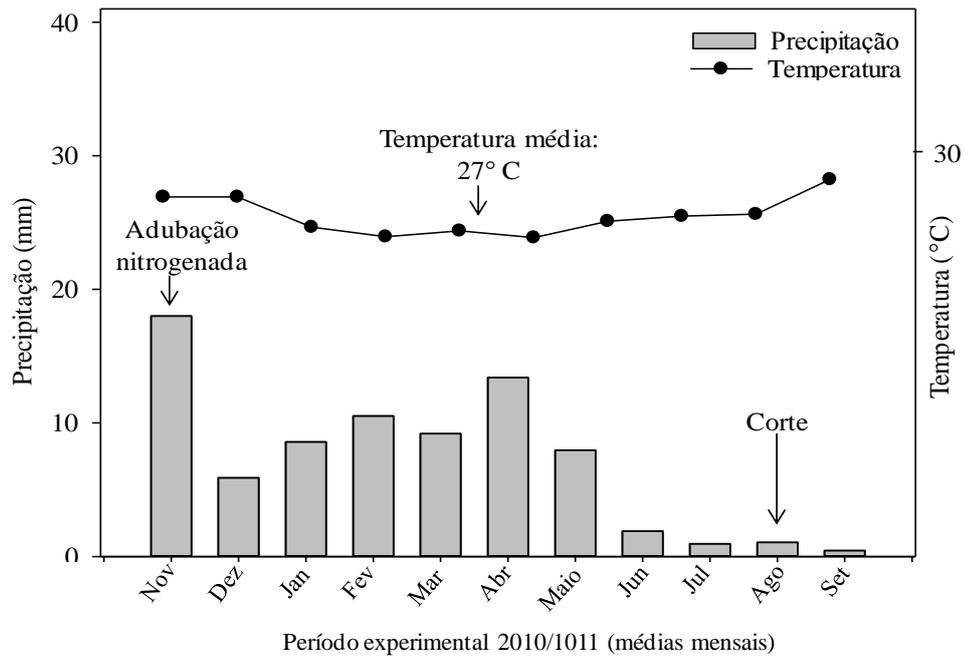


Figura 2. Temperatura e precipitação – Ano II.

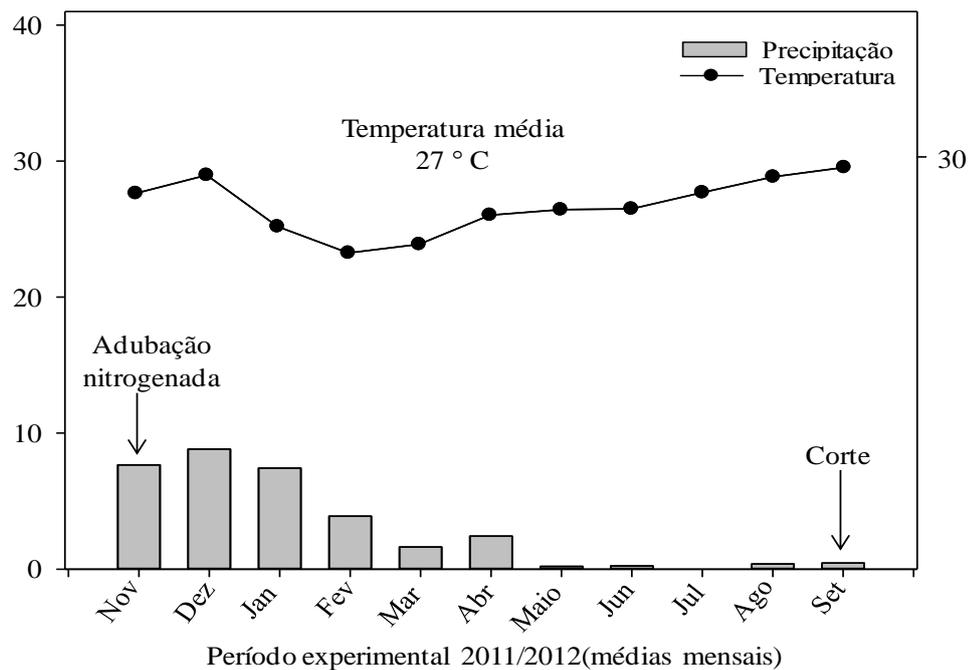


Figura 3: Temperatura e precipitação- Ano III.

3.3. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo que na primeira etapa avaliou-se a produtividade e qualidade nutricional de três variedades de cana-de-açúcar no ano I – cana planta, e na segunda, anos II e III, avaliou-se a influência da adubação nitrogenada na qualidade

nutricional da primeira e segunda soca das mesmas variedades do ano I: RB 863129, RB 867515 e RB 92579, as quais serão descritas a seguir.

Para o ano I, adotou-se o delineamento em blocos ao acaso com três repetições (áreas experimentais) e três tratamentos (variedades de cana-de-açúcar), em que cada parcela experimental possuía uma área de 900 m², totalizando 8.100 m² de área e os tratamentos foram dispostos de acordo com o croqui experimental apresentado na Figura 4.

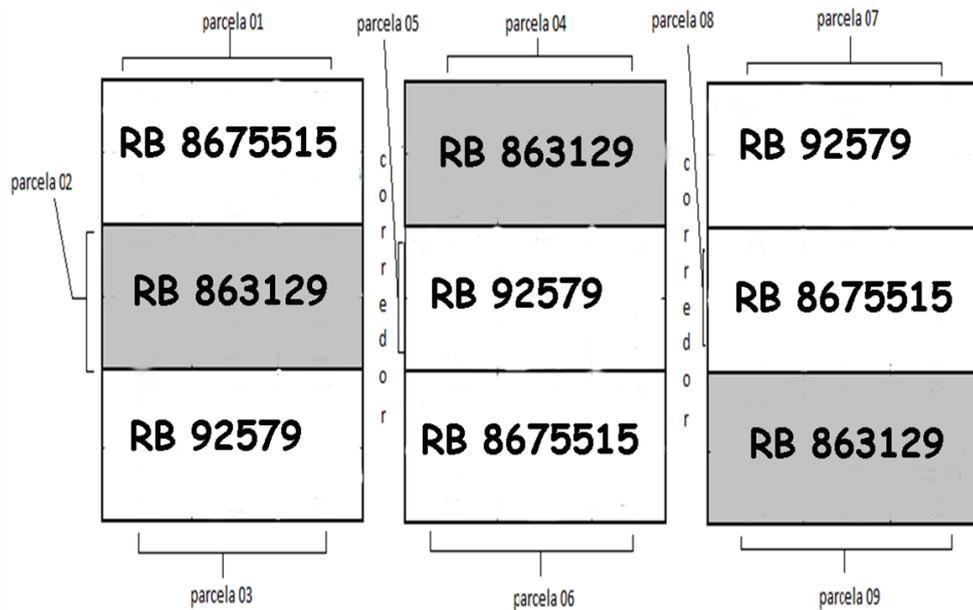


Figura 4. Croqui experimental do Ano I – cana planta.

Para avaliações no Ano II e III, as parcelas do Ano I foram divididas em sub-parcelas para a aplicação das diferentes doses de N, adotando-se, também, o delineamento em blocos ao acaso, com esquema fatorial 5x3x2 com cinco doses de adubação nitrogenada (0 kg N ha⁻¹, controle; 60; 80; 120; 1e 40 kg N ha⁻¹), três variedades de cana-de-açúcar (RB867515, RB 863129 e RB 92579) e 2 períodos (1° e 2° soca), em parcelas subdivididas, com três repetições (Figura 5).

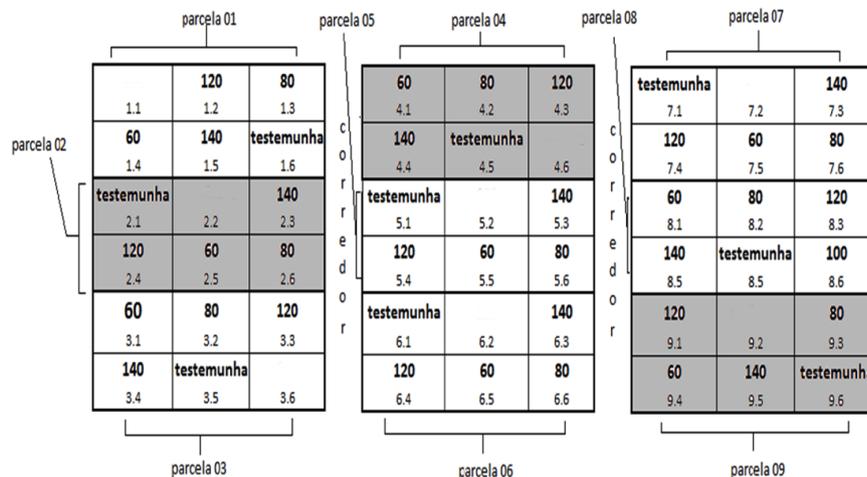


Figura 5. Croqui experimental – Anos II e III.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de diferença significativa, procedeu-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o aplicativo computacional InfoStat® (Infostat, , 2004).

3.4 Análises

Para a análise da produtividade e valor nutritivo, foram realizadas três coletas de cana-de-açúcar, uma a cada final do ano experimental. Realizou-se a análise da produtividade de colmos em uma área de 3 m² em cada parcela, sendo, após pesagem, coletadas três plantas de cada parcela aleatoriamente, cada planta foi separada em colmo e ponta + folhas, sendo identificadas e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas ou até atingirem peso constante, sendo posteriormente moídas em moinho tipo *Willey* a partículas de X,X mm para determinação dos teores de matéria seca (MS) e, com base na MS, proteína bruta (PB), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC), pelo método de Van Soest, descrito e simplificado por Souza et al. (1999); e digestibilidade *in vitro* da MS, pelo método de Tilley e Terry (1963).

O teor de Brix (%) da cana-de-açúcar foi mensurado com o auxílio de um refratômetro de campo, onde foram retiradas três plantas por parcela, aleatoriamente, sendo coletadas amostras do caldo do colmo. As gotas de caldos foram extraídas do 4º internódio a partir do solo e da ponta do último internódio da bainha que desprende-se facilmente.

A digestibilidade *in vitro* foi realizada segundo a metodologia descrita por Tilley e Terry (1963). Coletou-se líquido ruminal de três vacas da raça Holandesa, com peso médio de 600 kg, canuladas no rúmen. O inóculo ruminal foi coletado com auxílio de garrafas térmicas previamente aquecidas a 39 °C e levados, imediatamente, ao laboratório, onde foram homogeneizados e filtrados em duas camadas de gaze, sendo mantido em banho-maria a 39 °C sob saturação de CO₂, até ser adicionado às demais soluções (tampão, macro e microminerais solução de resazurina e meio B) para o meio de cultura, reproduzindo as condições dos compartimentos rúmen-retículo.

Foi utilizada a fórmula (MS incubada /MS) x 100 para obtenção dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade e Valor Nutritivo da Cana-planta – Ano I

Quanto à produtividade, observou-se que a variedade RB 863129 apresentou-se superior (P<0.05) comparada com as variedades RB 867515 e RB 92579 (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade e valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar

Tratamento	Produtividade (t ha ⁻¹)	MS (%)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)	DIVMS (%)	BRIX (%)	FDN/BRIX (%)
RB863129	144 ^a	19,2 ^a	54,8	36,0	3,38 ^a	64,7	18	3,04
RB 867515	112 ^b	19,4 ^a	61,8	37,5	1,70 ^b	63,7	17	3,63
RB 92579	111 ^b	18,6 ^b	55,1	32,5	1,89 ^b	69,5	17	3,24
CV (%)	18	8,3	7,6	3,5	4,8	8,0	2,1	12,3

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

A média de produtividade das três variedades foi de 122,33 t ha⁻¹, sendo este valor considerado acima da média nacional que é atualmente 74,1 ton ha⁻¹ (CONAB, 2014). A elevada produtividade pode ser justificada pelas condições ambientais durante o período experimental, as quais foram determinantes para a expressão da capacidade de perfilhamento das variedades, sendo a média de temperatura durante o período experimental de 29°C, e a média de precipitação de 153 mm nos primeiros 180 dias do ciclo da cultura (Figura 1), período onde ocorre maior perfilhamento, e conseqüentemente, se tem maior necessidade de disponibilidade hídrica e de temperaturas favoráveis. Segundo Abreu (2009) a deficiência hídrica na fase inicial de desenvolvimento vegetativo limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade da cana-de-açúcar.

A produtividade da cana-de-açúcar correlaciona-se positivamente com precipitação de pluviométrica (SANTOS, 1981). Efeito semelhante foi observado por Souza & Galvani (2009), com coeficiente de correlação de r=0,4, valor considerado de correlação moderada entre as chuva e produtividade. A variedade RB 863129 apresentou uma produtividade superior às médias regional e nacional que são de 57 e 77 t ha⁻¹ respectivamente (CONAB, 2011). Essa maior produtividade da RB 863129 tem estreita relação com os dados de análise de crescimento que foram obtidos para esta variedade neste ano experimental, como número de plantas (média de 14 plantas por metro linear) e massa seca de colmos (2700 g planta⁻¹), parâmetros nos quais esta variedade obteve os melhores resultados em relação às demais.

Não houve diferença (P<0,05) do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) entre as variedades estudadas, com valor semelhante ao observado por Andrade et al (2003), Rodrigues et al (2006) e Oliveira et al (2012), os quais obtiveram FDN variando de 35 a 63% e FDA de 21 a 36% (Tabela 1).

A média de FDN das três variedades foi de 57%, ao contrário do que ocorre em outras gramíneas tropicais, na cana-de-açúcar os teores de FDN são menores nos colmos do que nas

folhas. Este aspecto é importante, pois a FDN ou parede celular, representa a fração química da forragem que guarda mais estreita relação com o consumo e desempenho animal. A FDA é a fração menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microrganismos ruminais, sendo constituída na sua quase totalidade de lignina e celulose (Silva & Queiroz 2002). De acordo com Van Soest (1994), quanto maior o teor de FDA menor será a digestibilidade, enquanto que a FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, considerando teores acima de 40% de FDA e 60% de FDN, como limitantes da digestibilidade e ao consumo, respectivamente. Sendo assim, os valores obtidos para estas frações nesta pesquisa estão fora da faixa limitante para a digestibilidade e o consumo de bovinos.

O teor de PB foi superior ($p < 0,05$) para a variedade RB 863129. Variações no teor de PB entre variedade de cana-de-açúcar parece ser uma característica intrínseca de cada variedade, principalmente por conta das diferentes relações colmo/folha que são observadas entre variedades e, também, podem variar de acordo com a idade de corte, sendo que há relatos de tendência de queda no teor de PB durante o ciclo da cultura (Andrade et al., 2002, Tedeschi et al., 2000).

Não houve diferença entre as variedades ($P < 0,05$) para a digestibilidade *in vitro* da MS. As três variedades avaliadas apresentaram digestibilidade maior que 60%. A média deste estudo foi semelhante a obtida por Carvalho et al (2010) e Oliveria et al (2001) que obtiveram valores de 66 e 63% de DIVMS do colmo, avaliando 9 e 16 variedades, respectivamente.

Observando a relação FDN/Brix, verifica-se que a variação de 3,04 a 3,63 nas variedades estudadas, com uma média de 3,3, pode-se aceitar este valor como uma média adequada para a relação FDN/Brix entre as variedades analisadas, para evitar que o maior teor de FDN de algumas variedades limite o consumo de cana-de-açúcar pelo animal, que é o componente que fornece a maior parte da energia digestível para o animal. Deve-se ressaltar que uma variedade que apresente um teor de FDN menor permitirá ao animal maior consumo de energia, comparada com outra de teor um pouco melhor de açúcar, porém com teor de FDN mais alto.

4.2 Produtividade de Colmos da Primeira Soca – Ano II

Houve interação ($P < 0,05$) entre variedades e doses de adubação nitrogenada para a produtividade de colmos na primeira soca (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade ($t\ há^{-1}$) de colmos de primeira soca de variedades de cana-de-açúcar em função de doses de adubação nitrogenada

Variedade	Dose ($N\ há^{-1}$)				
	0	60	80	120	140
RB 867515	65,7Bb	82,4ABb	80,8ABb	96,2Ab	62,5Bb
RB 863129	58,8Cb	69,2BCb	86,5ABb	86,2ABb	94,4Aa
RB 92579	110,6Ba	116,5ABa	134,3Aa	135,6Aa	109,3Ba

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

CV (%) = 16,65

Os maiores valores ($p < 0,05$) de produtividade foram observados com a variedade RB 92579 e as doses de 60, 80 e 120 $kg\ N\ há^{-1}$. Estes valores de produtividade estão próximos aos observados por Giacomini et al (2014), porém superiores aos valores obtidos para a maioria das variedades RB da literatura consultada.

A média da produção de colmos para a variedade RB 92579 foi semelhante ao máximo de produtividade por área segundo dados do Brasil (2013) referentes à safra 2011/2012. Tal fato justifica-se principalmente pela manutenção da palhada em solo, pela reposição de nutrientes através das adubações e pela melhor distribuição de chuvas durante o ciclo vegetativo da cultura. A temperatura média entre os meses de novembro/2010 a abril/2011, correspondentes aos primeiros 180 dias do ciclo da cultura, oscilou entre 23 a 26°C; e o balanço hídrico para a cultura apresentou um curto e reduzido período de déficit hídrico (Figura 2). Sendo assim, as condições ambientais que prevaleceram durante este ano experimental foram determinantes para a expressão da capacidade de perfilhamento da variedade.

A medida em que a temperatura do ar se eleva em torno de 30°C, há um aumento considerável de perfilhamento e crescimento em altura, favorecendo maior propagação vegetativa da cana-de-açúcar (Bonnet et al. 2006). Nesta pesquisa, a temperatura do primeiro ano experimental foi favorável, pois manteve-se em uma média mensal de 27° C.

Para todas as variedades observou-se o incremento nos valores de produtividade com o aumento da dose de N, porém para as variedades RB 867515 e RB 92579, esse incremento só ocorreu até a dose de 120 $kg\ N\ há^{-1}$, tendo um decréscimo na produtividade na dose de 140 $kg\ N\ há^{-1}$.

A resposta da cana-soca à aplicação de fertilizante nitrogenado pode ser explicada por vários fatores. Anjos (1995) sugere que a explicação está na diferença de vigor dos sistemas radiculares da cana planta e das soqueiras, muito menos vigoroso neste último caso, o que os torna menos aptos para absorver o N em profundidade, fazendo com que a adição de N às socas seja essencial à manutenção de altas produtividades, pois o adequado desenvolvimento do sistema

radicular das plantas de cana-de-açúcar é um aspecto de incontestável importância para a obtenção de bons níveis de produtividade. Humbert (1968) afirma que os fatores que influenciam no crescimento das raízes estão diretamente ligados às práticas do cultivo, irrigação e fertilização, assim como ao caráter varietal empregado na safra.

4.3 Produtividade de Colmos da Segunda Soca – Ano III

Houve diferença ($P < 0,05$) para produtividade obtida, na segunda soca, entre variedades e doses de adubação nitrogenada, exceto para dose 120 kg N ha⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade de colmos (t ha⁻¹) da segunda soca de variedades de cana-de-açúcar em função de doses de adubação nitrogenada

Variedade	Dose (N ha ⁻¹)				
	0	60	80	120	140
RB 867515	65,7Bab	82,4ABa	80,7ABb	96,17Aa	68,1Bb
RB 863129	40,8Cb	77,6Ba	106,0Aa	95,00Ba	105,9Aa
RB 92579	76,0Ca	75,4Ca	81,3BCab	102,5Ba	128,8Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.
CV (%) = 16,65

Neste ano foi observada uma maior variação nos valores de produtividade, com maior produtividade observada para a variedade RB 92579 com a dose de 140 kg N ha⁻¹. A menor produtividade para a primeira soqueira observou-se para a variedade RB 863129 com o tratamento controle, sendo este em média 40% inferior aos demais tratamentos.

A variedade RB 92579 além da maior produção de colmos, também foi a que obteve melhor eficiência agrônômica com a dose de 140 kg N ha⁻¹, sendo 59% superior ao controle (sem aplicação de N). A resposta da soqueira também foi positiva para os demais tratamentos com aplicação de 60, 80 e 120 kg N ha⁻¹ com produtividades médias de 75,4; 81,3; e 102,5 t ha⁻¹ respectivamente. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Bolgna-Campbell, (2007); Vitti et al., (2007) e Faroni, (2008).

Observou-se o incremento nos valores de produtividade com o aumento da dose nitrogenada, para todas as variedades.

A adubação nitrogenada com doses crescentes de até 180 kg N ha⁻¹ resulta em aumento linear na produtividade de colmos de segunda soca, e o efeito se estende para a terceira soca (Vitti et al. 2007)

Os valores finais de produtividade desta safra foram acima dos encontrados na literatura para cana-de-açúcar de 2º corte (Vitti et al., 2007, Orlando Filho et al., 1999). Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito da mineralização do N da palhada remanescente, acumulada dos anos anteriores, pois embora a palhada deixada sobre a superfície do solo apresente baixo teor de nitrogênio (quando comparada à reserva do solo) as colheitas sucessivas sem despalha a fogo devem contribuir, com o tempo, para um maior acúmulo de N no solo. Basanta et al (2003), observaram que a colheita de cana crua leva a uma reciclagem mais eficiente do N aplicado ao sistema e, portanto, reduz a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados.

A maior parte da literatura disponível com adubação nitrogenada em cana-planta ou soqueiras avaliam somente um ano agrícola, não levando em consideração a resposta à aplicação de fertilizantes nos ciclos agrícolas subsequentes, por meio do efeito residual, uma vez que a cana-de-açúcar é uma cultura semi-perene, que utiliza as reservas do sistema radicular para a rebrota (Vitti et al., 2007). Além disso, a manutenção da camada de material vegetal aumenta a infiltração de água no solo, diminui a erosão, a evaporação edáfica, melhora a estrutura do solo, aumenta a CTC e é fonte de nutrientes para a macroflora e a microflora do solo, e para a própria cultura da cana-de-açúcar.

O efeito positivo da presença de palhada sobre a produtividade da cana-de-açúcar também foi relatado em outros trabalhos (Souza et al., 2008). A média de produtividade de cinco soqueiras de cana-de-açúcar sem queima (67 t ha^{-1}) superou em 10% a da cana-de-açúcar com queima, sendo observado que nos anos mais secos ou de irregular distribuição de chuvas, o sistema sem queima foi 21% superior.

A produtividade total (colmos e palha + ponta) apresentada pela variedade RB 92579 foi de $111,13 \text{ t ha}^{-1}$, este valor foi o mesmo obtido na colheita da safra anterior que foi 111 t ha^{-1} . Estes resultados apontam que as soqueiras desta variedade respondem bem a adubação nitrogenada, mesmo em condições de déficit hídrico. Como se observa na Figura 3, no 3º ano experimental as chuvas foram menos correntes e em menor quantidade que no 2º ano.

O rendimento de colmos da cana-de-açúcar pode estar relacionado às características genéticas da variedade, com destaque para tolerância à seca e crescimento rápido com alta produtividade (Schultz et al., 2010). Aliado a isso, tem-se o fato da cana-de-açúcar ser uma excelente extratora de nitrogênio do solo devido ao longo ciclo e ao sistema radicular abundante.

Um grande número de estudos com fertilizantes marcados com ^{15}N tem mostrado que a maior parte do N absorvido pela planta vem do solo (CANTARELLA; TRIVELIN; VITTI, 2007).

Em relação à variedade RB 863129 que foi a que obteve maior produtividade de colmos na cana planta, na segunda soqueira sua produtividade média foi inferior à observada para a

variedade RB 92579, resultando em 85 t ha⁻¹. Os tratamentos que obtiveram maiores produtividade foram com 80 e 140 kg N ha⁻¹ (P<0.05), ambos com uma média de 106 t ha⁻¹ de colmo, esta produtividade foi em média 38% superior à obtida no tratamento controle.

Em estudo realizado por Uribe (2010), a maior produtividade de colmos foi verificada quando se aplicou 140 kg N ha⁻¹, confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

Dados recentes de pesquisa mostram que existe uma gama enorme de variação na extração de N pelas diversas variedades de cana-de-açúcar no Brasil, variando de 100 a 200 kg N ha⁻¹ para a produção de 100 t ha⁻¹ de colmos. Do N extraído, 18 % a 64 % são exportados pelos colmos, dependendo da variedade.

No trabalho realizado por Paes (1997), testando três variedades de cana-de-açúcar, combinadas com três doses de adubação nitrogenada 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ de N, obteve resposta positiva para aumento de produtividade de colmos por hectare em duas das três variedades estudadas, concluindo-se assim que existe diferença na eficiência de utilização do nitrogênio entre as variedades de cana-de-açúcar.

A produtividade total (colmos e palha + ponta) obtida pela variedade RB 863129 foi de 99,17 t ha⁻¹, em comparação com a variedade RB 92579, a qual obteve uma produtividade cerca de 11% menor. Porém, mesmo sendo inferior, este valor está acima do esperado para a média nacional que foi de 70 t ha⁻¹ para o ano agrícola 2012/2013. Estes resultados indicam que houve resposta positiva das soqueiras de cana-de-açúcar em relação a produtividade, corroborando com outros estudos realizados como Prado & Pancelli (2008).

A produtividade da cana para segunda soca, assim como no ano anterior, apresentara interação significativa para doses de nitrogênio e variedades. Não foram observadas diferenças entre variedades nas doses de 60 e 120 kg N ha⁻¹. De maneira geral, observa-se uma tendência de melhores produtividades para as variedades RB 863129 e RB 92579 independente da dose de adubação nitrogenada.

4.4 Produtividade de Colmos - 1^o e 2^o Socas

De maneira geral, os resultados mais baixos em produtividade de colmos da segunda soca foram obtidos variedade RB867515, com uma média de 78,6 kg ha⁻¹, não sendo observado efeito interativo entre os anos experimentais para nenhuma das doses avaliadas (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade de colmos da primeira e segunda soca de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada

Colmo t ha ⁻¹					
1° Soca	Dose				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	65,7 ^a	82,4 ^a	80,8 ^a	96,2 ^a	62,5 ^a
RB 863129	58,8 ^a	69,2 ^a	86,5 ^a	86,2 ^a	94,4 ^a
RB 92579	110,6 ^a	116,5 ^a	134,3 ^a	135,6 ^a	109,3 ^a
2° Soca	Dose				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	65,7 ^a	82,4 ^a	80,7 ^a	96,1 ^a	68,1 ^a
RB 863129	40,8 ^b	77,6 ^a	106,0 ^a	95,0 ^a	105,9 ^a
RB 92579	76,0 ^b	75,4 ^b	81,3 ^b	102,5 ^b	128,8 ^b

Médias seguidas de letras gregas nas tabelas, para a mesma variedade, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância.

CV (%) = 16,65

Para a variedade RB 863129 observou-se efeito temporal na produtividade apenas com o tratamento controle, sendo que na primeira soqueira a produtividade de colmos foi 30% superior à segunda soqueira com este tratamento. Já para a variedade RB 92579 houve efeito temporal para todos os tratamentos, sendo os valores de produtividade da primeira soqueira, para a maioria dos tratamentos, superiores a segunda soqueira, com exceção da dose de 140 kg N ha⁻¹. A média geral para produtividade de colmos da primeira soqueira foi superior à da segunda soqueira, um fato que pode explicar este comportamento é o diâmetro dos colmos, que com o passar dos anos é gradualmente reduzido, e desta maneira, podemos inferir que com o decréscimo no diâmetro dos colmos decorrente dos sucessivos cortes, decresce também o número de perfilhos das touceiras com o passar do tempo e, conseqüentemente, decresce a produtividade dos cortes da cana soca.

4.5 Teor de Matéria Seca nos Colmos – 1ª e 2ª Socas

O teor de matéria seca (MS) para a primeira e segunda socas variaram de 20,1 a 25,6% os quais estão dentro do esperado para a cana-de-açúcar com idade de rebrota de 10 meses.

Os valores encontrados na literatura apresentam-se na faixa de 20,4 a 33,9% de MS. Freitas et al., (2006), que avaliaram a variação de composição bromatológica de 13 variedades de cana usadas na alimentação de ruminantes, observaram variações no teor de MS entre 20,1 e 27,8%. Nussio et al. (2007) encontraram valor médio em 21 amostras de cana-de-açúcar de 27,7 % de MS e Schmidt (2006) encontrou teor de MS de 30,2% aos 12 meses. Não houve interação entre as diferentes doses de nitrogênio, variedades e os anos experimentais (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de MS de colmos de primeira e segunda soqueira de três variedades de cana-de-açúcar em função de doses crescentes de adubação nitrogenada.

Matéria seca					
1° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 8675515	24,1Aaa	25,1Aaa	25,1Aaa	25,1Aaa	25,0Aaa
RB 863129	25,0Aaa	25,6Aaa	25,6Aaa	25,3Aaa	25,6Aaa
RB 92579	25,0Aaa	25,6Aaa	25,5Aaa	25,0Aaa	25,9Aaa
2° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 8675515	24,5Aaa	24,2Aaa	24,3Aaa	25,6Aaa	24,6Aaa
RB 863129	24,2Aaa	24,4Aaa	25,0Aaa	25,1Aaa	25,0Aaa
RB 92579	20,6Aaa	24,6Aaa	24,1Aaa	25,3Aaa	25,0Aaa

Médias seguidas de letra comum, maiúscula nas linhas, minúscula nas colunas e gregas nas tabelas para a mesma variedade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) = 6,18

Silva (2007) e Orlando Filho et al. (1980) encontraram que a matéria seca acumulada na folha + ponteiro para as variedades SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509, Co997 e CB 4176r, foi superior à do colmo até os 180 e 300 DAP, respectivamente, sendo esses períodos semelhantes aos observados neste estudo.

De maneira geral as variedades RB possuem rápido crescimento, e seu desenvolvimento na fase de perfilhamento requer disponibilidade hídrica e alta temperatura, e também características morfológicas que favoreçam a interceptação da radiação solar, como o índice de área foliar (Bonnett et al., 2006). Assim sendo, a irrigação plena associada a temperaturas ideais na fase de perfilhamento promove o máximo crescimento nestas variedades, com o desenvolvimento de todo o potencial genético, confirmando sua alta capacidade em captar radiação solar e convertê-la em MS.

4.6 Proteína Bruta- 1° e 2° Socas

O teor de proteína bruta variou de 1,02 a 2,5% (Tabela 6) e estes valores estão acima dos reportados por Rodrigues et al., (1997), que encontraram uma variação de 0,72 a 1,35 avaliando 11 variedades de cana e ficaram dentro da faixa encontrada por Azevedo et al., (2003), que obtiveram variação de 1,65 a 3,45%.

Em relação aos teores de PB no colmo da 1° soca de cana-de-açúcar, houve diferença significativa entre as doses para as variedades RB 863129 e RB 92579, enquanto na 2° soca não foi observado diferenças entre variedades e doses nitrogenadas. Na variedade RB 863129 os melhores teores de PB foram observados nas doses de 120 e 140 kg N ha⁻¹, com teores de 2,49 e 2,19% de PB, respectivamente. Na variedade RB 92579 o melhor valor encontrado pra

PB foi com a dose de 120 kg N ha⁻¹, com um teor de 2,52%, diferenciando estatisticamente do tratamento controle.

Tabela 6. Teores de PB no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada

Proteína Bruta						
1° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)					
Variedade	0	60	80	120	140	
RB 8675515	1,14Aaa	1,51Aaa	1,20Aaa	2,20Aaa	1,38Aaa	
RB 863129	1,23BCaa	1,02Caa	1,39BCaa	2,49Aaa	2,19ABaa	
RB 925795	1,37Baa	1,81ABaa	1,75ABaa	2,52Aaa	1,64ABaa	
2° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)					
Variedade	0	60	80	120	140	
RB 8675515	1,54Aaa	1,56Aaa	2,34Aaa	2,19Aaa	2,05Aaa	
RB 863129	1,94Aaa	1,83Aaa	1,70Aaa	1,95Aaa	2,04Aaa	
RB 925795	2,09Aaa	1,74Aaa	2,00Aaa	1,75Aaa	2,39Aaa	

Médias seguidas de letra comum, maiúscula nas linhas, minúscula nas colunas e gregas nas tabelas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância
CV (%) = 10,19

No trabalho de Oliveira et al (2012) avaliando a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* de 4 variedades, entre elas a RB 867515, encontraram teor de PB variando de 2,39 a 2,52%. Silva et al (2014) trabalhando com a variedade RB 92579 no trabalho em que avaliaram as características fermentativas de silagem de cana-de-açúcar, encontraram teor de PB de 2,13%.

Não foi observado efeito do ano de corte nos teores de PB para as variedades e doses nitrogenadas. No trabalho de Viana et al., (2011), foram observados efeito linear para o teor de proteína bruta em resposta ao nitrogênio aplicado. Este aumento do teor de proteína propiciado pela adubação nitrogenada é observado em vários trabalhos, no entanto com outras gramíneas forrageiras (Ribeiro e Pereira, 2010; Rodrigues et al., 2005).

Normalmente as folhas da cana-de-açúcar têm conteúdo de nitrogênio cinco a seis vezes superior aos colmos, provavelmente, devido a maior atividade enzimática presente nas folhas, mas como colmos representam aproximadamente 80% da planta, o teor de proteína bruta na planta inteira raramente ultrapassa 2% da MS (Rodrigues et al., 1997). A tentativa de melhorar o teor de PB da cana-de-açúcar por meio da seleção de variedades com maior proporção de folhas não faz sentido, uma vez que as folhas apresentam maior teor de FDN e menor digestibilidade que a fração colmo.

4.7 Fibra em Detergente Neutro - 1° e 2° Socas

Na Tabela 7 encontram-se os teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) da fração colmo das variedades de cana-de-açúcar estudadas. Considerando as respostas dos tratamentos para cada variedade, e a interação entre variedades e tratamentos, constatou-se diferença estatística para este parâmetro.

Os valores de FDN apresentaram uma grande variabilidade, obtendo-se uma diferença de 20% entre o maior valor e (62,1%) e o menor valor (41,2%), ambos valores observados na variedade RB 92579 e na 2° soca. Esta variação nos teores de FDN, está de acordo com a encontrada por Rodrigues et al (2001), onde os autores observaram teor médio de FDN igual a 44,18%, avaliando 18 variedades de cana-de-açúcar. Nussio et al. (2006) também encontraram uma grande amplitude de variação para o FDN (37,9 a 63,9%) em amostras de cana-de-açúcar.

Essa diferença em unidades percentuais é de grande importância, considerando-se a capacidade limitada de ingestão de FDN pelos animais.

Tabela 7. Teores de FDN no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada

Fibra em Detergente Neutro					
1° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	53,9Aaβ	50,4Cbα	53,2Aaα	47,6Bbβ	51,6Aaα
RB 863129	56,5Aaα	42,0Dcβ	45,6Cbα	57,5Aaα	50,9Baβ
RB 92579	56,9Aaα	54,0Aaα	55,6Aaα	55,7Aaα	41,2Bbβ
2° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	58,2Aaα	51,0Aaα	41,3Bbβ	55,2Aaα	55,1Aba
RB 863129	56,6Aaα	45,8Cbα	42,3Dbα	50,9Bbβ	55,0Aba
RB 92579	56,1Baα	41,2Dcβ	46,1Caβ	56,3Baα	62,1Aaα

Médias seguidas de letra comum, maiúscula nas linhas, minúscula nas colunas e gregas nas tabelas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

CV (%) = 2,08

De maneira geral, observa-se que o teor de FDN da cana-de-açúcar é baixo quando comparado a outras forrageiras tropicais com alto potencial de produção de matéria seca por hectare. Esse fato é explicado principalmente pela idade do corte da planta, que ocorreu aos 10 meses, período em que a cana já chegou a sua maturidade e apresenta alto teor de sacarose.

Para todas as variedades, independente do ano experimental, o melhor teor de FDN diferiu do tratamento controle ($p < 0,05$), mostrando que adubação nitrogenada tem influência positiva na redução da fração FDN na cana-de-açúcar. Quanto à interação entre as diferentes doses de nitrogênio e as variedades estudadas, foi observado que para todas as doses de N houve diferença

nos teores de FDN de acordo com a variedade utilizada, sendo que dentro de cada dose a variação entre variedades foi em média 10,6%. Para a dose de 60 kg N ha⁻¹ houve diferença entre os anos para todas as variedades, enquanto que para o tratamento controle observou-se diferença entre a 1^a e 2^a soca apenas na variedade RB 867515, com o teor de FDN foi 4,3% maior para 2^o soca em relação a 1^o. Nesta variedade observaram-se também diferenças nos teores de FDN entre anos com as doses de 80 e 120 kg N ha⁻¹, com uma variação de 11,8 e 7,6% da primeira pra segunda soca, respectivamente. No entanto, com comportamentos distintos, pois para a dose de 80 kg N ha⁻¹ houve decréscimo no teor de FDN da 1^o soca para 2^o soca, enquanto a dose de 120 kg N ha⁻¹ apresentou um acréscimo.

Para a variedade RB 863129 observaram-se diferenças nos teores de FDN entre anos com as doses de 120 e 140 kg N ha⁻¹, além da de 60 kg N ha⁻¹ já comentado, e a variedade RB 92579 por sua vez, apresentou diferenças entre anos com as doses de 60, 80 e 140 kg N ha⁻¹, e o melhor resultado de FDN em termos de qualidade nutricional foi verificada na primeira soca com a aplicação de 140 kg N ha⁻¹. Kondorfer et al (2002), ao compararem o efeito da adubação nitrogenada em sete variedades de cana-de-açúcar, observaram que os teores de fibras nas canas diminuíram com o aumento do nitrogênio.

De acordo com Orlando Filho (1996) o N aumenta o comprimento dos colmos da cana-de-açúcar, o que provoca redução na espessura da parede celular, podendo levar à redução na porcentagem de fibras na planta. No entanto, assim a como a falta de nitrogênio é preocupante, o excesso também é indesejável, pois pode levar a planta a um crescimento vegetativo excessivo, atrasando a maturação e diminuindo o teor de sacarose dos colmos (Rodrigues, 1995). Em trabalhos com outras forrageiras tem-se atribuído a redução dos teores de FDN, e também de FDA à adubação nitrogenada (Rocha et al., 2001; Costa et al., 2006; Dupas et al., 2010).

A FDN da cana-de-açúcar apresenta baixa digestibilidade, em média 40% e, portanto, a redução em seus teores implica em melhor qualidade do volumoso (HERNANDEZ, 1998)

Os resultados obtidos mostram que há um comportamento distinto para os teores de FDN de cada variedade de acordo com as doses de adubação nitrogenada. Isto pode ser atribuído às características específicas de cada genótipo, rusticidade, e principalmente pela diferença de resposta à adubação.

4.8 Fibra em Detergente Ácido - 1^o e 2^o Socas

Os valores de fibra em detergente ácido (FDA) na primeira soca variaram de 26,4% a 31,8%, e na segunda soca de 20,8% a 32,7 % de FDA (Tabela 8).

Tabela 8. Teores de FDA no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada.

Fibra em Detergente Ácido					
1° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	29,2Aaα	29,8Aaα	29,4Aaα	28,1Aaα	30,5Aaα
RB 863129	29,3ABaα	28,1Baα	31,7ABaα	31,4ABaα	31,8Aaα
RB 92579	26,4Baα	29,7ABaα	31,8Aaα	30,3Aaα	28,5ABaα
2° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 867515	31,9Aaα	31,8Aaα	25,5Bbβ	27,7Baα	32,7Aaα
RB 863129	26,2Bbα	29,7Aabα	20,8Ccβ	25,5Baβ	25,7Bbβ
RB 92579	27,6BCbα	28,0ABbα	30,9ABaα	24,5Caβ	31,2Aaα

Médias seguidas de letra comum, maiúscula nas linhas, minúscula nas colunas e gregas nas tabelas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

CV (%) = 3,85

PATE et al. (2001), em estudo do valor nutricional de variedades comerciais de cana-de-açúcar, observaram uma ampla variação na porcentagem da FDA (28,3% a 41,5%), no entanto estavam avaliando 66 variedades.

Em relação aos teores de FDA no colmo da 1° soca de cana-de-açúcar, houve diferença significativa entre as doses de adubação nitrogenada para as variedades RB 863129 e RB 92579, e com comportamentos distintos nos teores de FDA de cada tratamento estudado dentro destas variedades. Enquanto na segunda soqueira, observa-se diferença para todas as variedades.

Para a primeira soqueira observa-se para a variedade RB 863129 uma diferença de 3,6% entre o menor e o maior valor de FDA, enquanto na variedade RB 92579 essa diferença foi de 5,3%. Em termos de qualidade nutricional a variedade RB 92579 para a dose de 60 kg N ha⁻¹ foi a que apresentou melhor resultado de FDA representado pelo menor valor, com 28,1% diferenciando significativamente apenas da dose de 140 kg N ha⁻¹. Na variedade destaca-se a testemunha com melhor teor de FDA com 26,4%, esta por sua vez diferencia-se significativamente das doses de 80 e 120 kg de N ha⁻¹. Em termos gerais, não foi observada tendência clara na melhoria dos teores de FDA como o aumento da dose de adubação nitrogenada. Muraro (2007), estudando a fração toco (colmo remanescente) de cana-de-açúcar encontrou valores de FDA de 37,9, 34,0 e 31,2% aos 180, 240 e 420 dias respectivamente, os quais estão próximos aos valores encontrados nesta pesquisa.

4.9 Digestibilidade *in vitro* - 1° e 2° socas

Os valores de DIVMS para a primeira soca variaram de 55 a 66%, os quais estão dentro do esperado para a cana-de-açúcar com idade de rebrota de 10 a 12 meses (OLIVEIRA et al., 2001, THIAGO, 2008).

Tabela 9. Teores de digestibilidade no colmo da primeira e segunda soqueiras de três variedades de cana-de-açúcar com cinco tratamentos com adubação nitrogenada

Digestibilidade					
1° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 8675515	63,9Aaa	64,5Aaa	64,9Aaa	66,2Aaa	61,0Aaa
RB 863129	63,5Aaa	67,5Aaa	64,5Aaa	58,8Aaa	63,8Aaa
RB 92579	61,1Aaa	56,3Aaa	58,6Aaa	55,0Aaa	65,5Aaa
2° Soca	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
Variedade	0	60	80	120	140
RB 8675515	68,4Aaa	79,8Aaa	71,8Aaa	63,2Aaa	64,6Aaa
RB 863129	68,4Aaa	67,9Aaa	75,5Aaa	68,9Aaa	69,2Aaa
RB 92579	69,5Aaa	71,3Aaa	68,7Aaa	69,7Aaa	68,0Aaa

Médias seguidas de letra comum, maiúscula nas linhas, minúscula nas colunas e gregas nas tabelas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) = 10,19

Para a 2° soca os valores variaram de 63 a 79% ficando um pouco acima dos relatados na literatura para este período. Não houve diferença estatística entre os tratamentos e nem interação entre as diferentes doses de nitrogênio, variedades e os anos experimentais (Tabela 9).

Apesar da semelhança estatística das médias, numericamente as diferenças entre as variedades ocorrem, devido a fatores como acúmulo de açúcares na planta da cana e pelo estágio de maturidade da planta no momento da colheita (Oliveira et al., 2012). O valor elevado de DIVMS é uma característica da cana-de-açúcar, uma vez que essa forrageira mantém a digestibilidade elevada, inclusive com ligeiro aumento no final do ciclo vegetativo coincidindo com a maturação.

Rodrigues et al. (1997), estudaram 11 variedades de cana-de-açúcar, também observaram elevados coeficientes de digestibilidade, encontraram variações de 67,57 a 77,23% na DIVMS, no entanto na planta inteira. Rodrigues et al. (2001) e Oliveira et al. (2004) encontraram coeficiente de digestibilidade igual a 64,6% e 64,2%, respectivamente, ambos estudando com a variedade IAC86-2480.

5.0 CONCLUSÕES

A variedade de cana-de-açúcar RB 863129 apresenta a melhor produtividade e qualidade nutritiva, quando cana-planta. A variedade RB 92579 apresenta melhor produtividade, aliada aos melhores parâmetros nutricionais, quando no 2° e 3° ano posteriores ao plantio, associada a doses de adubação nitrogenada de 120 kg N ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L., et al., Balanço hídrico, crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em Alagoas, In: **XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Belo Horizonte, UFV, pp. 1-5. 2009.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; et al. Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, n.4, p.225-238, 2003.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. Produção e composição de cultivares de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

ANDRADE, M. C. (Ed.). **Pernambuco cinco séculos de colonização**. João Pessoa: Grafset, 2004. 168p.

ARBEX, M. A. Queima da biomassa e os efeitos sobre a saúde. Dez, 2004. Disponível em http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/2004_30_2_15_portugues Acesso em janeiro, 2011.

AZEVEDO, J.A.G., Avaliação nutricional de cana-de-açúcar (*Saccharum. sp.*) e simulação do desempenho de vacas leiteiras. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 105p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa.

AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S.; QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.

BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. Cana de açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: Paranhos, S.B. Cana de açúcar, cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargil.1987. v.2,p.805-856.

BONNETT, G. D.; HEWITT, M. L.; GLASSOP, D. Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.57, p.1087-1095, 2006.

BONOMO, P; CARDOSO, C. M. M.; PEDREIRA, M. S.; SANTOS, C. C.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F. F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Acta Scientiarum .Animal Sciences*, V.31, N.1 P.53-59, 2009.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007. Piracicaba. **Anais ... Piracicaba: IPNI, 2007.** p. 355-392

CAPONE, A., LUI, J.; SILVA, T.; DIAS, M. MELO, A. . Avaliação do comportamento de quinze cultivares de cana-de-açúcar na Região Sul do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2, n. 3: pp. 72-80, August 2011.

CARVALHO, G. J. Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte. 1992. 63 f. **Dissertação** (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M.L.P.; ANJOS, I.A.; LANDELL, M.G.A.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P. 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.

CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P. et al. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6S, p.2126-2133, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2010/2011, terceiro levantamento, janeiro/2011. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2011. 19p

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2012/2013, quarto levantamento, abril/2013. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2011. 17p

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2013/2014, segundo levantamento, agosto/2014. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2014. 17p

COSTA, G. C; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; MENDONÇA, S. S.; SOUZA, D. P.; TEIXEIRA, M. P.. 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**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIM, V. et al. Efeitos quantitativos e qualitativos do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria Brizantha* cv. MG5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v.1, p.56-70, 2006.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2598-2603, 2010

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.**, v.36, n.4, p.855-864, 2007

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.** v.32, n.4, p.977-985, 2003.

FRANCO, H.C.J.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. *Bragantia*, v.66, p.699-674, 2007.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; PENATTI, C.P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto ou não com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1347-1354, 2001.

GIACOMINI, A. A.; BATISTA, K.; ANDRADE, J. B.; LIMA, M. L. P.; GERDES, L.; MATTOS, W. T.; OTSUK, I. P.; COLOZZA, M. T.; JÚNIOR, E. F. Potencial de cana-de-açúcar sucroalcooleira para alimentação de ruminantes ao longo do ciclo da cultura. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, p.8-17, 2014

GOODING, E.G.B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Production**, v.7, n.1, p.72-91, 1982.

HERNANDEZ, M.R. Desempenho e digestibilidade aparente de variedades de cana-de-açúcar com bovinos. 1998. 69f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

KORNDÖRFER, G.H.; COLOMBO, C.A.; CHIMELLO, M. A.; LEONI, P.L.C. Desempenho de variedades de cana-de-açúcar cultivadas com e sem nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL., 8., 2002, Recife. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2002. p. 234-238

LENG, R.A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en ruminantes. In: PRESTON, T.R.; ROSALRS, M. (Ed.). *Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable com recursos tropicales*. Cali: CIPAV, 1988. p.1-24.

LEDIC, I.L. **Manual de bovinotecnia leiteira. Alimentos: produção e fornecimento**. 2002. 160p

MAGALHÃES, A. R. L. 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.**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MATSUOKA, S. RB 72 454: uma variedade de cana-de-açúcar para todo o Brasil. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.105, n.4/6, p.8-18, 1987.

MENDONÇA, S. S. et al., 2001. Cana-de-açúcar como volumoso único para vacas de leite. 1. Produção e composição do leite e 2. Parâmetros ruminais: pH e amônia. In: **Anais** da 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba - SP.

MUCHOVEJ, R.M. AND P. R. NEWMAN. 2004. NITROGEN FERTILIZATION OF SUGARCANE ON A SANDY SOIL: II. SOIL AND GROUNDWATER ANALYSES. *Journal American Society Sugar Cane Technologists*, Vol. 24, 2004.

MURARO, G. Impacto do espaçamento, número de cortes e da idade de corte na produção e composição bromatológica de cana-de-açúcar para silagem. 2007. 77f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A.L.B.; MARI, L.J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa : UFV, DZO, 2006. p. 277-328.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F.; SANTOS, F.A.P. Volumosos suplementares: estratégia de decisão e utilização. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Animal, 2001. p. 1-14.

OLIVEIRA, M. D. S. et al. Estudo da composição químico-bromatológica de algumas variedades de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996. v. 2, p. 314.

OLIVEIRA, M. D. S.; CASAGRANDE, A. A.; OLIVEIRA, E. F. S. Efeito da digestibilidade *in vitro* de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Ars Veterinaria**, v.17, p.238-243, 2001.

OLIVEIRA, M. D. S.; REGO, A. C.; SFORCINI, M. P. R.; FREITAS JUNIOR, J. E.; SANTOS, J.; CARVALHO, M. V. Bromatological characteristics and *in vitro* digestibility of four sugarcane varieties subjected or not to the application of quicklime. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, p. 355-361, 2012.

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H. P.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Absorção dos macronutrientes pela cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) var. CB41-76, em três grandes grupos de solos do estado de São Paulo. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.2, p.3-127, 1980.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ,G.M.; VERNEQUE, R.S. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, v.20, n.1, p.90-99, 1991.

PATE, F.M.; ALVAREZ, J.; PHILLIPS, J.D. et al. Sugarcane as a cattle feed: production and utilization. Florida: University of Florida/ Cooperative Extension Service, 2001. 25p.

PRADO, R de. M.; PANCELLI, M.A. Resposta de soqueira de cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio em sistema de colheita sem queima. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.4, p.951-959, 2008.

PRADO,R.M.;FERNANDES,F.M.;NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo e exportação de macronutrientes da cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 129-135, 2002.

RAKKIYAPPAN, P.; S. THANGAVELU, K. V. BHAGYALAKSHMI AND R. RADHAMANI. Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by some promising mid late maturing sugarcane clones. **Sugar Tech**. v. 9, p. 23-27, 2007.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, n.12, p.560-567, 2010.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P,C.A. et al. Digestibilidade de fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.396-407, 2001.

RODRIGUES, A. A.; et al. 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. de A.; VIEIRA, P.F.; TORRES, R.A.; SILVEIRA, M. I. Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade de cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.1421-1427. 1992.

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

RODRIGUES, A.A. CRUZ, G.M. BATISTA, L.R. PEDROSO, A. F.; LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M. P. ANJOS, I. A. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1 CD-ROM. ROSA, G. R. (coord.) Anuário brasileiro da cana-de-açúcar 2005. 1ª. ed. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2005.136p.

SALLAS, M.; AUMONT, G.; BIESSY, G.; MAGNIE, E. Effect of variety, stage of maturity and nitrate fertilization on nutritive values of sugar canes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 265-277, 1992.

SENGER, D. C. C.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural** v.35, p.1393-1399. 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, L. C. Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar na Região de Coruripe. Maceió: UFAL, 2007. 127p. Dissertação Mestrado.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar. 2006. 229p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SOUSA, D.P. Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; SUMI, L. N.; BATISTA, L. A. R. Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudoeste, 1999. 21 p.

SOUZA, I.A.; GALVANI, E. Influência pluviométrica na produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar na microrregião de Campo Mourão, PR. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belo Horizonte, MG, 2009.

TEIXEIRA, C.B. Determinantes de degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos. 2004. 70f. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

THIAGO, R. D. R. T. Avaliação nutricional da cana-de-açúcar submetida a métodos de colheita para a produção animal. **Dissertação** na área de Ciência Animal e Pastagens, 101p., ESALQ, USP, 2008.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **J. Br. Grassl. Soc.**, v.18, n.2, p.104-111, 1963. 476p.

URIBE, R. A. M. Produtividade e estimativa de acúmulo da biomassa em soqueira de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial com diferentes doses de N-fertilizante. 2010. 67 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

VAN SOEST, P.J. (1994). **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, Ithaca, New York

VITTI, A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; GAVA, G.J.C.; PENATTI, C.P.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; FRANCO, H.C.J.F. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária**, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007.

WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. **Agricultural Water Management**, v. 43, p. 173-182, 2000.

ZAMBELLO JR. E.; ORLANDO FILHO, J. A adubação da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. **Boletim Técnico Planalsucar**, v.e, n.3, p.15, mar.1981.