



**SANCHO SIÉCOLA JÚNIOR**

**PROPORÇÃO DE COLMOS DA CANA-DE-  
AÇÚCAR E DESEMPENHO DE NOVILHAS E  
VACAS LEITEIRAS**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**SANCHO SIÉCOLA JÚNIOR**

**PROPORÇÃO DE COLMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DESEMPENHO  
DE NOVILHAS E VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Marcos Neves Pereira

**LAVRAS - MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Siécola Júnior, Sancho.

Proporção de colmos da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras / Sancho Siécola Júnior. – Lavras: UFLA, 2011.

53 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Marcos Neves Pereira.

Bibliografia.

1. Bovino leiteiro. 2. Cana-de-açúcar despalhada. 3. Ganho de peso. 4. Digestibilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.208551

**SANCHO SIÉCOLA JÚNIOR**

**PROPORÇÃO DE COLMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DESEMPENHO  
DE NOVILHAS E VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 09 de fevereiro de 2011.

Dra. Renata Apocalypse Nogueira Pereira                      EPAMIG

Dr. Sandro César Salvador    UFLA

Dr. Thiago Fernandes Bernardes                                      UFLA

Dr. Marcos Neves Pereira

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2011**

*Aos meus pais Sancho e Elisabeth, pelo carinho e dedicação.  
Aos meus avós Totou (in memoriam) e Zilah, Joaquim Amâncio e vó Dora, pelo  
exemplo de vida,*

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço pela oportunidade de viver tudo isso.

Aos meus pais Sancho e Elisabeth, agradeço pela oportunidade, compreensão, ensinamentos e apoio incondicional durante toda minha vida.

Ao Professor, Marcos Neves Pereira, agradeço os ensinamentos, dedicação, exemplo de profissionalismo e oportunidades.

Aos membros da banca, Renata, Sandro e Thiago, agradeço pela atenção e ensinamentos.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar o trabalho e ao CNPQ pela bolsa, fico muito grato.

Agradeço a Fapemig pelo financiamento do projeto.

À minha namorada Luciene, agradeço pela grande ajuda, companhia e dedicação durante esses anos.

Agradeço ao professor José Ricardo, pela sempre pronta ajuda e execução de parte da pesquisa.

Ao Grupo do Leite, agradeço pela oportunidade de ter vivido os melhores momentos na Ufla, agradeço em especial alguns, em nome de todos os integrantes: Junio, Ozana, Gilson, Pedrinho, Luciano, Naina, Vítor, Yuri, Glauber.

Aos funcionários da Fazenda São Francisco: César, Daniel e Alexandre.

Aos amigos de longa data da República Gospe Grosso, Maurílio (Cocão), Gustavo (Corujinha), Paulo (BG), Tiago (Bozo), Fabrício (Zoreia), Ricardo (Bregueti), Alexsander (Zé Galinha), Marcelo (teacher), agradeço a amizade e companheirismo.

Aos amigos mais jovens da República Alexandre (Gordin), Gustim, Xurec, Baiano, Ivan e Gil Goiaba, agradeço pela amizade e companheirismo e desejo muito sucesso a todos.

Ao professor Sandro, agradeço em especial pelos ensinamentos e pela oportunidade de acompanhamento profissional.

Aos saudosos amigos Diguinho, Lúcio, Renato, Fernandão Boi (*in memorian*), Julinho (*in memorian*), Diogo, Carlão, Lucas, Doido, Flávio, Pilúcia e Léozinho agradeço pela prazerosa convivência e verdadeira amizade durante os anos de vida de rodeio.

À Márcia Helena, agradeço a dedicação e ajuda durante todos esses anos em Lavras.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente para realização deste sonho.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Avaliações prévias sugerem que existe uma correlação positiva entre a proporção de colmos e a digestibilidade de cultivares de cana-de-açúcar. Dois experimentos foram conduzidos para avaliar a resposta em ganho de peso de novilhas e produção de leite de vacas à atuação sobre o teor de colmos da cana. No Experimento 1, 32 novilhas Girolando ( $295,4 \pm 45,4$  kg) foram blocadas em pares e aleatoriamente alocadas a um tratamento por 42 dias, após um período de padronização de 14 dias. Os tratamentos foram: Cana integral ou despalhada. Os dados foram obtidos ao longo do tempo e analisados como medidas repetidas ajustadas para covariável pelo Mixed do SAS. A composição em ingredientes das dietas com cana despalhada e integral foi, respectivamente (% da MS): Cana-de-açúcar 77,1 e 78,6, farelo de soja 19,2 e 17,9, uréia 1,0 e 0,9, minerais 2,7 e 2,6. O ganho diário de peso foi 1,395 kg na cana despalhada e 1,125 na integral ( $P=0,05$ ). Não houve efeito de tratamento sobre o consumo de matéria seca ( $P=0,78$ ). A despalha aumentou a taxa de ingestão de alimento ( $P=0,04$ ) e aumentou o consumo de matéria orgânica não-FDN digestível ( $P=0,03$ ). No Experimento 2, 14 vacas Holandesas ( $256 \pm 124$  dias em lactação) foram blocadas em pares e alocadas a uma sequência de dois tratamentos em delineamento de reversão simples, com períodos de 21 dias. A composição em ingredientes da dieta foi (% da MS): cana-de-açúcar 18,3, silagem de milho 37,6, farelo de soja 21,9, uréia 0,2, polpa de citros 9,7, silagem de milho reidratado 9,3, minerais e vitaminas 2,9. A despalha tendeu a aumentar a digestibilidade da matéria seca de 71,4% para 75,1% do consumido ( $P=0,06$ ) e o consumo de matéria orgânica digestível ( $P=0,10$ ). A produção diária de leite foi 18,4 kg com cana despalhada e 18,2 kg com cana integral ( $P=0,65$ ). As respostas positivas em ganho de peso e digestibilidade da dieta sugerem que a remoção das folhas da cana-de-açúcar pode ser vantajosa para o desempenho animal.

Palavras-chave: Vaca de leite. Cana-de-açúcar despalhada. Digestibilidade. Ganho de peso.



## ABSTRACT

Previous *in situ* digestibility data has shown that among sugarcane cultivar there is a positive correlation between the stalk to leaf ratio and whole plant digestibility. Two trials were performed to evaluate the response in body weight gain of heifers and milk production of dairy cows by acting upon sugarcane stalk proportion. In trial 1, 32 Holstein x Zebu heifers (295.4±45.4 kg) were paired blocked and randomly allocated to one treatment for 42 days, following a 14-day standardization period. Treatments were: Whole sugarcane or no leaves sugarcane. Data obtained over time was analyzed using the repeated measures approach of the mixed procedure of SAS. Diet ingredient composition for no leaves and whole sugarcane were, respectively (% of DM): Sugarcane 77.1 and 78.6, soybean meal 19.2 and 17.9, urea 1.0 and 0.9, minerals 2.7 and 2.6. Daily body weight gain was 1.395 kg for no leaves sugarcane and 1.125 for whole ( $P=0.05$ ). There was no treatment effect on dry matter intake ( $P=0.78$ ). Removal of leaves increased the rate of feed ingestion ( $P=0.04$ ) and the intake of total tract digestible non-NDF organic matter ( $P=0.03$ ). In trial 2, 14 Holsteins (256±124 days in lactation) were paired blocked and allocated to a sequence of two treatments in a cross-over design, with 20 day periods. Diet ingredient composition was (% of DM): Sugarcane 18.3, corn silage 37.6, soybean meal 21.9, urea 0.2, citrus pulp 9.7, hydrated and ensiled mature ground corn 9.3, and a buffer-mineral premix 2.9. Removal of leaves tended to increase the dry matter digestibility from 71.4% to 75.1% ( $P=0.06$ ) and the intake of digestible organic matter ( $P=0.10$ ). Daily milk yield was 18.4 kg for no leaves and 18.2 for whole sugarcane ( $P=0.65$ ). Positive responses in body weight gain and diet digestibility suggest that sugarcane leaf removal may be advantageous for animal performance.

Keywords: Dairy cow. No leaves sugarcane. Digestibility. Body weight gain.

## SUMÁRIO

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                       | 10 |
| <b>2</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....                              | 12 |
| <b>2.1</b> | <b>Origem e importância da cana-de-açúcar no Brasil</b> ..... | 12 |
| <b>2.2</b> | <b>Composição da cana-de-açúcar</b> .....                     | 13 |
| <b>2.3</b> | <b>A relação entre FDN e açúcares na cana</b> .....           | 15 |
| <b>2.4</b> | <b>Composição e digestibilidade da cana-de-açúcar</b> .....   | 17 |
| <b>2.5</b> | <b>Complexo celulose-hemicelulose-lignina</b> .....           | 18 |
| <b>2.6</b> | <b>Cana-de-açúcar na recria de bovinos</b> .....              | 22 |
| <b>2.7</b> | <b>Cana-de-açúcar para vacas em lactação</b> .....            | 24 |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                               | 27 |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                           | 36 |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | 46 |
|            | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                      | 47 |

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, pelo seu alto potencial de produção de energia oriunda de sacarose por hectare, é uma alternativa para a alimentação de bovinos nos trópicos (OLIVEIRA, 1985). A cana-de-açúcar foi a forrageira prevalente nos confinamentos de gado de corte do Brasil em 2008 (MILLEN et al., 2009). A incorporação na bovinocultura da tecnologia brasileira de produção de cana-de-açúcar, gerada pela indústria do açúcar e do álcool, é um exemplo da possibilidade de agregar tecnologias geradas para diferentes cadeias agrícolas. Conciliar características agronômicas desejáveis a variáveis nutricionais (MOLINA et al., 1999) pode aumentar a eficiência de uso desta forrageira na alimentação animal. Canas de alta digestibilidade poderiam aumentar a ingestão diária de energia e a produção animal por unidade de alimento concentrado ingerido, aumentando a lucratividade da bovinocultura.

Dentre as características químicas e agronômicas da cana, as que mais se correlacionam com a digestibilidade da matéria seca são o teor de fibra, a altura da planta e a porcentagem de colmos (TEIXEIRA et al., 2007). Manejar plantas de cana para que estas tenham baixo teor de fibra é uma rota para aumentar a digestibilidade da matéria seca (CARVALHO, 1992; PATE; COLEMAN, 1975; RODRIGUES et al., 2001), já que a fibra da cana é de baixa digestibilidade comparativamente à matéria orgânica não-fibrosa (ANDRADE; PEREIRA, 1999; CORRÊA et al., 2003). Cultivares com menor altura também podem ser mais digestíveis, entretanto a utilização desta variável para a seleção de canas mais adequadas nutricionalmente pode induzir resposta negativa em produção de matéria seca por hectare (TEIXEIRA et al., 2007).

A alta porcentagem de colmos na planta se correlaciona positivamente à digestibilidade da matéria seca da cana (TEIXEIRA et al., 2007). A explicação advém do fato da sacarose estar contida nos colmos, enquanto a parte vegetativa

é rica em fibra de baixa digestibilidade. Aumento no teor de colmos pode ser obtido por seleção, já que esta é uma característica de alta herdabilidade (TEIXEIRA et al., 2007). A despalha genética, manual ou por queima pode elevar a digestibilidade da planta. A despalha mecânica no momento da colheita, mesmo que trabalhosa, é plausível quando a colheita é manual, entretanto, para a colheita mecânica da forragem o aumento no teor de colmos da planta requer atuação genética sobre os cultivares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta em ganho de peso de novilhas e produção de leite de vacas à atuação sobre o teor de colmos da cana-de-açúcar. A despalha mecânica de folhas apicais e laterais foi adotada com o intuito de avaliar o potencial desta prática de manejo em rebanhos leiteiros e quantificar a resposta potencial máxima à atuação genética sobre o teor de colmos, necessário para que seja sugerida a incorporação desta variável em programas de melhoramento genético de canas mais adequadas para a alimentação de bovinos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Origem e importância da cana-de-açúcar no Brasil

A cana-de-açúcar é uma planta tropical originária da Nova Guiné (CESNIK; MIOCQUE, 2004). Apesar de ser conhecida na Ásia a vários séculos antes de Cristo, na América a cana-de-açúcar foi trazida por navegadores como Cristóvão Colombo e Vasco da Gama (BARNES, 1974). A cana-de-açúcar pertence à família das gramíneas, gênero *Saccharum* e apresenta várias espécies, sendo a *S. officinarum* a mais comum (BACCHI, 1997). As cultivares comerciais são primordialmente híbridos obtidos de cruzamento entre as espécies *Saccharum spontaneum* e *Saccharum officinarum* (CESNIK, 1972).

Até 1925, a agroindústria açucareira do Brasil utilizou cultivares “nobres” ou “tropicais”, pertencentes à espécie *S. officinarum* L, caracterizadas pelo alto teor de açúcares, porte elevado, colmos grossos e baixo teor de fibra, mas exigentes em clima, solo e muito sensíveis a doenças. Exemplos de cultivares de *S. officinarum* são Caiana, Manteiga, Preta, Rosa, Roxa, Cristalina e Sem-pêlo. Nesta época, não havia no Brasil nenhum esquema de quarentenário ou controle fitossanitário das importações. Em 1920, com a introdução da POJ 36, procedente de Tucuman, Argentina, o mosaico foi introduzido e identificado na Fazenda Jatuporá, em Ribeirão Preto, SP, e em 1925 a queda induzida por essa doença na produção de açúcar era da ordem de 82% e na do álcool de 67% (CESNIK, 1972). A partir de 1934, foi criado no Estado de São Paulo o Serviço de Defesa da Cana, que mais tarde se transformou na Estação Experimental de Cana de Piracicaba. Outros centros de pesquisas também foram importantes, como a Estação Experimental de Escada, em Pernambuco, criada em 1910 e a Estação Experimental de Curado, no mesmo estado (HOFFMAN, 1997). O programa de melhoramento realizado na cidade de Campos, Rio de Janeiro, foi

bastante ativo, lançando variedades como a CB 41-76 e CB 45-3, importantes para o cultivo no nordeste brasileiro, Minas Gerais e Rio de Janeiro (RELATÓRIO..., 1986).

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA, 2010). Estima-se que a área de cana-de-açúcar colhida para a atividade sucroalcooleira é de 8.033,6 mil hectares. A área colhida em 2010 teve um aumento de 8,40% em relação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011). O estado de São Paulo responde por 54,2% da área plantada (4.357,01 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 8,1% (649,94 mil hectares), Paraná com 7,3% (582,32 mil hectares), Goiás com 7,5% (599,31 mil hectares), Alagoas com 5,5% (438,57 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 4,9% (396,16 mil hectares) e Pernambuco com 4,3% (346,82 mil hectares) (CONAB, 2011).

Estima-se que a área brasileira plantada de cana para alimentação animal seja em torno de 500 mil hectares (LANDELL et al., 2002). Em levantamento feito junto a nutricionistas de confinamentos de gado de corte no Brasil, Millen et al. (2009) encontraram que a cana-de-açúcar fresca picada foi a principal forrageira utilizada, sendo encontrada em 32,3% dos confinamentos.

## **2.2 Composição da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar é um alimento pobre em proteína, lipídios e minerais, com exceção de potássio. A variabilidade entre cultivares no teor destes nutrientes é baixa, e esses são pouco determinantes do valor nutricional do alimento. Avaliando 66 cultivares de cana na Flórida, Pate e Coleman (1975) observaram que a correlação linear entre o teor desses nutrientes e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica não foi significativo.

Cerca de 90% da matéria seca da cana é composta por carboidratos, os quais são divididos em fibrosos, mensurados como Fibra em Detergente Neutro (FDN), e carboidratos não-fibrosos (CNF). Os CNF da cana são representados majoritariamente pela sacarose, mas também por pouco amido e açúcares redutores, como glicose e frutose (BARNES, 1974).

A cana-de-açúcar apresenta baixo teor de proteína bruta, composta majoritariamente por aminoácidos livres (PRESTON, 1977). O teor protéico desta forrageira é inferior ao teor observado em forrageiras como as silagens de milho e sorgo, tidas como de baixo teor protéico (NUTRIENT..., 2001). As folhas da cana têm conteúdo de nitrogênio cinco a seis vezes superior aos colmos, mas como os colmos representam aproximadamente 80% da planta, o teor de proteína bruta na planta inteira raramente ultrapassa 2% da matéria seca (RODRIGUES et al., 1997). A proporção de colmos varia pouco entre diferentes cultivares, Rodrigues et al. (1997) encontraram valores que variaram de 72,7% à 88,4%, sendo que o coeficiente de variação para a característica foi de 5,45%. Tentar melhorar o teor de proteína bruta da cana-de-açúcar por aumento na proporção de folhas não seria razoável, uma vez que as folhas apresentam maior teor de FDN e menor digestibilidade que os colmos (PRESTON, 1977). Nutricionalmente, variedades mais indicadas para alimentação de ruminantes seriam aquelas que apresentam baixo teor de proteína, reflexo de uma maior proporção de colmos e conseqüentemente maior digestibilidade da matéria seca.

A cana-de-açúcar apresenta baixo teor de extrato etéreo, composto por uma fina camada de cera que recobre o colmo, frequentemente concentrado na região dos internódios. Apenas traços de ácidos graxos de cadeia longa estão presentes no interior da planta. A camada de cera parece atuar como proteção contra a evaporação excessiva da umidade presente na superfície do colmo (BARNES, 1974). Assim, a importância da cana-de-açúcar como fonte de energia na forma de gordura é praticamente nula.

O teor de minerais nas cinzas da cana-de-açúcar é extremamente baixo, principalmente cálcio e fósforo (BOIN, 1987; KUNG JUNIOR; STANLEY, 1982). Segundo Barnes (1974), o único mineral de importância nutricional presente na cana-de-açúcar é o potássio, e as cinzas apresentam alto teor de sílica.

Quando comparada a outras forrageiras tropicais, a cana-de-açúcar apresenta baixo teor de FDN. Redução maior no teor de fibra da planta não tem sido almejada na seleção de canas para produção de açúcar e álcool, já que pode induzir acamamento e reduzir a quantidade de bagaço utilizado como combustível na usina (SOUZA et al., 2005). Existe evidência da ocorrência de variabilidade entre cultivares de cana-de-açúcar na degradabilidade ruminal da FDN (MOLINA et al., 1999) e na digestibilidade aparente da FDN no trato digestivo total (PATE, 1981). Entretanto, Teixeira et al. (2007) observaram em uma população de 20 cultivares industriais de cana que a variabilidade genética foi nula na degradabilidade ruminal da FDN e no teor de lignina da planta.

### **2.3 A relação entre FDN e açúcares na cana**

A escolha de cultivares de cana mais adequados para uso na alimentação animal tem sido feita prioritariamente com base em características agrônômicas, como: Produção por área, rusticidade, resistência a doenças, capacidade de perfilhamento, floração, ausência de joçal e vigor de rebrota (PEIXOTO, 1986).

Uma proposta de variável objetivando selecionar plantas mais adequadas nutricionalmente seria a relação FDN/açúcares (GOODING, 1982). Rodrigues et al. (2001) observaram que quanto menor a relação FDN/açúcares, maior a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 18 cultivares de cana. Esses autores observaram variação de 12,3 unidades percentuais entre o menor teor de FDN (44,1% da MS) e o maior teor (56,4%), e relação FDN/Pol variando de 2,9 a 4,1.



Rodrigues et al. (2002) observaram que canas com maior digestibilidade *in vitro* da MS e menor relação FDN/açúcares melhoraram o ganho de peso e a conversão alimentar de novilhas.

O Brix é um indicador do teor de açúcares no caldo da cana-de-açúcar (AZEVEDO, 2002; RODRIGUES et al., 1997). No entanto, outros sólidos solúveis que não açúcares, como aminoácidos, gorduras, ceras, materiais corantes, ácidos orgânicos e sólidos inorgânicos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) também são mensurados pela técnica. Apesar da técnica de Brix ainda ser útil, o Pol é mais indicativo do teor de sacarose no caldo e tem sido mais utilizado pela indústria açucareira (GONÇALVES, 1987).

Entretanto, como o teor de proteína, lípides e cinzas é baixo e pouco variável entre cultivares e estágio de maturação da cana-de-açúcar, o teor de carboidratos fibrosos (FDN) determina o de não-fibrosos (CNF), e vice-versa. A correlação entre medidas de açúcar no caldo da cana, como Brix e Pol, e a digestibilidade da matéria seca também não é alta (TEIXEIRA et al., 2007). Portanto, o uso da relação entre fibra e açúcares pouco agrega em acurácia ao uso exclusivo do teor de FDN como preditor da digestibilidade da cana-de-açúcar. Esse fato justifica o maior coeficiente de correlação linear absoluto, dentre o observado para 20 variáveis químicas e agronômicas, entre o teor de FDN e a degradabilidade ruminal da matéria seca da cana (TEIXEIRA et al., 2007). Quanto menor o teor de FDN, maior foi a digestibilidade da matéria seca, similarmente ao observado para outras forrageiras ricas em carboidratos não-fibrosos, como o milho (FONSECA et al., 2002) e o sorgo (REZENDE et al., 2003).

## 2.4 Composição e digestibilidade da cana-de-açúcar

A variabilidade de valor nutritivo em uma população de canas industriais foi avaliada por Teixeira et al. (2007). Vinte cultivares de cana foram cultivados em quadro blocos em um campo experimental localizado em Campos, Rio de Janeiro. Na quarta safra após o plantio, no ponto de máximo acúmulo de sacarose, foram avaliadas a digestibilidade, características agronômicas e químicas da cada cultivar. As características agronômicas avaliadas foram: Produção de matéria seca e de matéria natural por hectare, comprimento dos colmos, porcentagem de colmos na planta, diâmetro dos colmos, números de internódios, porcentagem de internódios descobertos, densidade dos colmos, o Brix e o Pol. As características químicas avaliadas foram: Porcentagens de matéria seca, de FDN, de fibra em detergente ácido (FDA), de lignina, de proteína bruta, de extrato etéreo e de cinzas. Todos os cultivares foram incubados no rúmen de seis vacas com cânula ruminal para determinação da degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (DEG MS).

Uma regressão multivariada do tipo Stepwise foi utilizada para definir quais características seriam desejáveis a uma cana nutricionalmente superior. A DEG MS foi utilizada como variável dependente e todas as características agronômicas e químicas como variáveis independentes. A porcentagem de fibra (FDN ou FDA) foi dentre as características agronômicas e bromatológicas a mais correlacionada à DEG MS. O baixo teor de fibra foi a característica mais importante de uma cana de alto valor nutritivo.

O segundo item mais importante como determinante da DEG MS foi o comprimento dos colmos (TEIXEIRA et al., 2007). Canas de alta digestibilidade tiveram colmos mais curtos, além do baixo teor de fibra. Entretanto, ao se selecionar canas curtas, visando obter ganho em digestibilidade, poderia ocorrer

perda na produção de matéria seca por hectare, já que a correlação entre altura dos colmos e a produção de matéria seca por hectare foi 0,44 ( $P < 0,05$ ).

A terceira melhor equação para predição da DEG MS foi formada quando a porcentagem de colmos foi acrescentada à equação contendo as variáveis teor de FDA e comprimento de colmo (TEIXEIRA et al., 2007). Canas com maior teor de colmos, ou seja, baixa proporção de folhas apicais e laterais, foram mais digestíveis. A explicação advém do fato da sacarose estar contida nos colmos, enquanto a parte vegetativa é rica em fibra de baixa digestibilidade.

A variação na DEG MS foi de 10 unidades percentuais (TEIXEIRA et al., 2007). A característica DEG MS também foi altamente herdável ( $h^2=87,9\%$ ) e, portanto, plausível de melhoramento genético. Dentre as características mais correlacionadas ao valor nutritivo, a porcentagem de colmos foi a mais herdável ( $h^2=63,1\%$ ), enquanto as características comprimento dos colmos e porcentagem de FDA tiveram um menor componente genético aditivo ( $h^2=41,4\%$  e  $19,5\%$ , respectivamente).

## **2.5 Complexo celulose-hemicelulose-lignina**

Compreender o porquê da baixa digestibilidade da FDN na cana-de-açúcar é uma rota potencial para atuar sobre a digestibilidade desta forrageira. A fibra de forrageiras é composta basicamente por três componentes: Celulose, hemicelulose e lignina. Esses três compostos formam um complexo com aplicabilidade tanto na nutrição de ruminantes quanto na produção de biocombustíveis por fermentação industrial da fibra (JUNG; DEETZ, 1993; NGUYEN et al., 2009).

A celulose é o polímero mais abundante na natureza (KRISTENSEN, 2008). Este carboidrato tem função estrutural e se encontra na parede celular e na lamela média das plantas (FAHEY JUNIOR et al., 1994). É constituída por

unidades de glicose ligadas entre si por ligações glicosídicas do tipo  $\beta$ -(1,4) e se encontra entrelaçada a uma variedade de polissacarídeos e impregnada por lignina. O arranjo da cadeia de celulose faz com que a mesma se torne uma macromolécula linear. A presença de vários grupos de OH na estrutura permitem que as ligações de hidrogênio intramoleculares e intermoleculares ocorram entre essas cadeias, gerando regiões de alta cristalinização (FAHEY JUNIOR et al., 1994).

A hemicelulose é considerada o segundo complexo orgânico mais abundante nos vegetais, presente em todas as camadas da parede celular, mais concentrado principalmente nas camadas primária e secundária, entrelaçado com as fibras de celulose. Essas polioses consistem, em sua maior parte, de pentoses e hexoses e são usualmente formadas com um grau de polimerização que varia de 100 a 200 unidades de repetição, que em conjunto atingem uma massa molecular menor que a da celulose. A hemicelulose apresenta estrutura amorfa devido à sua configuração bidimensional causada por ramificações na cadeia. Os principais constituintes dessas polioses são as hexoses:  $\beta$ -D-glicose,  $\beta$ -D-manose e a  $\alpha$ -D-galactose; e as pentoses:  $\beta$ -D-xilose e  $\alpha$ -L-arabinose (JUNG; DEETZ, 1993).

O terceiro componente do complexo é a lignina. A lignina é responsável pela rigidez da parede celular dos vegetais, funcionando como agente permanente de ligação entre as células, conferindo resistência à parede celular. A lignina se encontra associada à hemicelulose por ligações covalentes. Assim a hemicelulose que envolve as fibras de celulose é revestida externamente por este composto fenólico que é altamente resistente ao ataque químico ou enzimático. A lignina é um componente estável, insolúvel em solventes orgânicos e confere resistência ao ataque microbiano. Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede celular,

interpenetrando as fibrilas, e assim fortalecendo e enrijecendo a parede (BUXTON; REDFEARN, 1997).

A lignina tem sido identificada como responsável primário pela limitação da digestibilidade da fibra, porém a digestão da fibra no rúmen é também determinada por impedimentos físicos em nível de organização celular (BUXTON; REDFEARN, 1997). De acordo com Wilson e Mertens (1995), a estrutura física dos tecidos com parede celular espessa e o arranjo das células nos tecidos podem limitar a digestão da parede até mais que a composição química da parede celular. Em leguminosas, por exemplo, a lignina é confinada somente ao xilema e células tubulares e não se dissemina através dos diferentes tipos de tecidos como em gramíneas (WILSON; MERTENS, 1995). Mesmo com maior teor de lignina na MS, a FDN de leguminosas temperadas é mais digestível no rúmen que a de gramíneas tropicais (BUXTON; REDFEARN, 1997).

A deposição de compostos aromáticos dentro das camadas da parede celular da cana-de-açúcar foi investigada por He e Terashima (1990, 1991). Foi reportado que as unidades fenólicas (hidroxi-fenil, guaiacil e siringil) na cana-de-açúcar variam entre as diferentes regiões e maturidade. A parede secundária que é adjacente ao lúmen e, portanto, mais susceptível a colonização microbiana, tem uma quantidade relativamente elevada de unidades siringil. Unidades siringil são mais facilmente degradadas por micro-organismos do que outras unidades da lignina (AKIN et al., 1989). Porém a espessura da parede secundária se torna um considerável entrave na digestão da fibra de gramíneas tropicais.

A quebra do complexo celulose-hemicelulose-lignina também tem sido uma meta na indústria dos biocombustíveis (NGUYEN et al., 2009). Biocombustíveis poderiam ser obtidos a partir da celulose presente em biomassas como palha de milho e trigo, bagaço de cana-de-açúcar, pericarpo de milho subproduto da obtenção de etanol por fermentação do grão, além de

resíduos florestais. Apesar dos inúmeros esforços, os pré-tratamentos utilizados para reduzir a interação entre os principais componentes da parede celular precisam ser melhorados para que o bioetanol de fibra seja produzido em escala comercial (KRISTENSEN et al., 2008). A parede celular é uma estrutura extremamente resistente a degradação, seja esta mecânica ou microbiológica (KRISTENSEN et al., 2008).

Teixeira et al. (2007) observaram que a variabilidade no teor de lignina de 20 cultivares industriais de cana foi baixa, o que explicou a ausência de correlação entre esta variável e a degradabilidade ruminal tanto da matéria seca quanto da FDN. O teor de lignina da cana, em média 6,2% da MS, foi semelhante ao da silagem de milho e metade do teor observado na alfafa (NUTRIENT..., 2001). O teor de lignina não explicou a diferença em digestibilidade entre cultivares de cana.

Outros fatores além da lignina podem limitar a degradação da parede celular na cana-de-açúcar. A cutícula contém ceras e polímeros que podem estar ligados a compostos fenólicos (KOLATTUKUDY, 1980). Tais compostos retardam o acesso dos micro-organismos ruminais. Segundo Monson, Powell e Burton (1972) a cutícula intacta pode deprimir a degradabilidade ruminal da fibra, o que enfatiza a importância da interação entre os componentes químicos e o processamento físico da planta, por mastigação, ruminação ou moagem.

A sílica é um mineral usado por algumas plantas como elemento estrutural, complementando a lignina na função de fortalecer e enrijecer a parede celular. Em algumas plantas a sílica apresenta a mesma importância que a lignina quanto à capacidade de definir a digestibilidade da fibra (SOEST; JONES, 1968). Segundo Hoover (1986) a sílica induz queda na digestibilidade de gramíneas, podendo causar até 3% de redução na digestibilidade da matéria seca *in vitro* para cada unidade de aumento de sílica. A depressão na digestibilidade da fibra se torna mais acentuada quando se tem a soma dos

efeitos da sílica e da lignina, por formarem uma camada recalcitrante à penetração dos micro-organismos ruminais (HARBERS; RAITEN; PAULSEN, 1981). A sílica está presente na cana de açúcar em altas concentrações, podendo variar desde 0,14% em folhas jovens até 6,7% nos colmos e folhas velhas (KORNDORFER et al., 1999). Segundo Rajj (1991), os teores de sílica nas gramíneas chegam a ser de 10 a 20 vezes maiores que nas dicotiledôneas.

## **2.6 Cana-de-açúcar na recria de bovinos**

A substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar na alimentação de novilhas Holandesas foi avaliada por Andrade e Pereira (1999). Vinte e oito novilhas, com peso médio de 300 kg, foram alimentadas durante oito semanas com dietas contendo 32% da MS de FDN oriundo de cana-de-açúcar ou o mesmo teor de FDN oriundo de silagem de milho. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e continham 62% de silagem de milho ou 65% de cana-de-açúcar. A dieta com cana resultou em ganho diário de peso de 1009 g enquanto o ganho foi de 1175 g na dieta com silagem de milho. As dietas com cana reduziram o consumo de matéria seca de 8,7 para 8,2 kg. A menor digestibilidade da FDN nas dietas com cana, 22,5% vs. 43,7%, foi compensada pela maior digestibilidade da matéria orgânica não-fibrosa, 87,6% vs. 78,6%, reflexo da maior digestibilidade da sacarose quando comparada ao amido da silagem de milho. O menor desempenho na cana foi atribuído a menor ingestão diária de energia decorrente do menor consumo de matéria seca. Entretanto, a cana se mostrou uma alternativa viável para a recria de animais leiteiros, uma vez que ganhos de peso na ordem de 750 g/dia seriam suficientes para obtenção de primeiro parto aos 24 meses de idade com peso vivo ao redor de 500 a 550 kg.

Com o objetivo de determinar qual seria o teor dietético máximo de cana-de-açúcar que não causaria depressão no consumo, Gallo, Pereira e Andrade (2000) alimentaram 27 novilhas durante oito semanas. Um dos três tratamentos foi similar ao utilizado no trabalho de Andrade e Pereira (1999), ou seja, 33,4% de FDN oriundo de cana-de-açúcar e 62% de forragem na matéria seca. Outras duas dietas isoprotéicas foram formuladas com 70 ou 78% de cana na matéria seca, sendo que os teores dietéticos de FDN oriundo da cana foram elevados para 37,9 e 42,3%, respectivamente. Com a maior inclusão de cana o consumo diário de matéria seca caiu linearmente, 7,4, 6,8 e 6,6 kg nas dietas contendo 62, 70 e 78% de cana. O ganho diário de peso foi 1002, 979 e 951 g, com tendência de queda similar ao do consumo. O tratamento com menor teor de cana proporcionou um ganho de peso praticamente idêntico ao observado com dieta similar no experimento de Andrade e Pereira (1999) (1002 vs. 1009). Os experimentos foram realizados em anos diferentes e com animais distintos, enfatizando a viabilidade da cana-de-açúcar para a recria de animais leiteiros. Mesmo nos tratamentos com maior inclusão dietética de cana-de-açúcar, foram obtidos ganhos de peso zootecnicamente adequados.

O efeito da substituição de silagem de sorgo por cana-de-açúcar no desempenho e características de carcaça de garrotes mestiços terminados em confinamento foi avaliado por Pinto, Abrahão e Marques (2010). Trinta e seis animais foram alojados em baias individuais, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: silagem de sorgo + concentrado (1,0% do peso vivo), cana-de-açúcar picada + concentrado (1,0% do peso vivo), cana-de-açúcar picada + concentrado (1,2% do peso vivo). Não foi detectado efeito de tratamento sobre o rendimento de carcaça, a conversão alimentar e as porcentagens de músculo, osso e gordura na carcaça. A substituição da silagem de sorgo por cana-de-açúcar reduziu o ganho diário de peso de 1,68 para 1,41 kg



( $P=0,01$ ). Foi observada redução linear no consumo com aumento da inclusão da cana-de-açúcar na dieta.

O efeito sobre o desempenho animal da proporção entre colmos e folhas da cana-de-açúcar foi avaliado por Ferreiro e Preston (1976). Sessenta garrotes Zebu, com peso médio de 235 kg, foram alocados a um de seis tratamentos por 98 dias. Os tratamentos foram a proporção de colmos relativamente a folhas apicais da cana-de-açúcar: 0, 20, 40, 60, 80 ou 100% da matéria natural, suplementadas com melaço e uréia. Os animais também recebiam 1 kg de farelo de arroz pela manhã. Houve piora na conversão alimentar quando a proporção de folhas foi aumentada, resultado do maior consumo e maior ganho de peso. O consumo diário caiu com o avançar do experimento, sendo a queda mais evidente nas dietas com alta proporção de colmos. O consumo por unidade de ganho diário de peso foi 7,47 no tratamento com 100% de colmos e 8,94 naquele com 100% de folhas, apesar do menor ganho diário de peso no primeiro (605 vs. 839 g).

## **2.7 Cana-de-açúcar para vacas em lactação**

A viabilidade da cana-de-açúcar para vacas leiteiras de alta produção foi avaliada por Corrêa et al. (2003). Em delineamento experimental do tipo Quadrado Latino 3 x 3, nove vacas Holandesas em lactação receberam uma sequência de três tratamentos em períodos de 21 dias. Os tratamentos foram: 20% da MS de FDN oriunda de silagens de milho com textura dura ou macia do endosperma ou cana-de-açúcar, as dietas continham 46% de forragem. O consumo diário de matéria seca foi deprimido pela cana-de-açúcar de 23,1 para 21,5 kg e houve redução na produção de leite de 34,4 para 31,9 kg. A menor digestibilidade da FDN na dieta com cana (23,1 vs. 42,1%) foi compensada pela maior digestibilidade da matéria orgânica não-fibrosa (79,8 vs. 74,8%). Dietas

compostas exclusivamente por cana-de-açúcar em substituição total à silagem de milho deprimiram o desempenho de vacas leiteiras produzindo mais de 30 kg de leite por dia.

Magalhães, Campos e Cabral (2006) e Magalhães et al. (2004) avaliaram a substituição de silagem de milho por 0, 33,3, 66,6 ou 100% de cana-de-açúcar sobre o desempenho e parâmetros digestivos e ruminais de vacas leiteiras. Doze vacas Holandesas foram alocadas aos tratamentos em três quadrados latinos 4 x 4, com períodos de 21 dias. O aumento no teor dietético de cana-de-açúcar em dietas com 60% de forragem reduziu linearmente o consumo. Houve queda de 0,03 kg de consumo por unidade de silagem de milho substituída por cana-de-açúcar. A substituição total de silagem por cana reduziu o consumo em 13,8%. A taxa de passagem ruminal da digesta diminuiu e o tempo médio de retenção total aumentou com a substituição de silagem por cana-de-açúcar, uma explicação plausível para a queda no consumo. A substituição não afetou as digestibilidades da matéria seca nem da matéria orgânica. A digestibilidade da fibra em detergente neutro teve redução acentuada com a maior inclusão de cana na dieta, enquanto a dos carboidratos não-fibrosos aumentou. A produção de leite caiu linearmente, sendo 24,2, 23,3, 22,1 e 20,4 kg/dia para os teores 0, 33,3, 66,6 e 100% de cana-de-açúcar como forrageira, respectivamente. Os autores sugeriram que a substituição máxima de silagem de milho por cana seria ao redor de 33% da forragem total.

A substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar também foi avaliada por Costa, Campos e Valadares Filho (2005). Doze vacas Holandesas foram alocadas a quatro tratamentos em três quadrados latinos 4 x 4. As dietas experimentais continham: 60% de silagem de milho, ou 20% de silagem de milho e 40% de cana-de-açúcar acrescida de 1% de mistura de uréia com sulfato de amônio (9:1), ou 10% de silagem e 50% de cana com uréia, ou 60% de cana com uréia. A substituição total de silagem de milho por cana deprimiu o

consumo em 25,6%. A produção de leite foi 16,9, 18,2 e 19,8 kg/d para os tratamentos com 60, 50 e 40% de cana, respectivamente, e foi 20,8 kg/d na dieta com 60% de silagem de milho. Não foi detectado efeito de tratamento sobre o teor de sólidos do leite.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### Experimento 1

Foram utilizadas 32 novilhas mestiças Holandês-Zebu, variando de 1/2 a 15/16 de proporção Holandesa, e peso vivo no início do período experimental de  $295,4 \pm 45,4$  kg (212 a 347 kg). Os animais foram mantidos em confinamento total, com alimentação individualizada, em instalação do tipo *tie stall* com camas de areia. Uma dieta foi oferecida *ad libitum* a todos os animais durante um período de padronização de 14 dias. A dieta de padronização foi formulada para conter 14,5% de PB, contendo farelo de soja (18% da MS) e uréia (1,1% da MS) como concentrados protéicos, e 78,4% de forragem na MS, constituída por uma mistura de partes iguais de cana integral e cana despalhada. Todas as folhas apicais e laterais foram removidas na cana despalhada.

Nos dias 13 e 14 do período de padronização o peso vivo, as alturas na cernelha e na garupa, e a profundidade e o perímetro torácico foram mensurados. O consumo de matéria seca foi mensurado entre os dias 10 e 13 deste período. Esses valores foram utilizados como covariável no modelo de análise estatística. Os animais foram então agrupados em 16 blocos de dois animais com base na proporção genética Holandesa e no peso vivo e foram aleatoriamente alocados a um de dois tratamentos: cana fresca integral ou cana fresca despalhada. Cada novilha recebeu um tratamento por 42 dias do período de comparação.

Os ingredientes dietéticos foram totalmente misturados para fornecimento uma vez ao dia em quantidade suficiente para prover no mínimo 15% do oferecido como sobra diária. A proporção de cana-de-açúcar nas dietas foi ajustada duas vezes por semana de acordo com variação na porcentagem de matéria seca da forragem. A cana foi despalhada e moída imediatamente antes da mistura aos outros alimentos. Foram utilizados oito cultivares de cana: RB72-

454; SP80-1816; SP80-1842; RB83-5486; RB85-5536; RB73-9735; IAC86-2480 e BR76-5418. Os cultivares foram cultivados em talhões distintos no mesmo campo e foram colhidos em rotação, um cultivar a cada dia.

Amostras das canas, de cada ingrediente concentrado e das sobras alimentares de cada novilha foram coletadas diariamente e congeladas. Uma amostra composta de cada semana foi formada com base em quantidades idênticas de matéria natural das amostras diárias. O composto semanal das forragens e das sobras por animal foi pré-seco em estufa ventilada por 72 horas a 55°C, triturado em peneira de 1 mm em moinho do tipo Thomas-Willey, e uma subamostra foi desidratada a 100°C por 24 horas para determinação do teor de matéria seca. O consumo de matéria seca (CMS) de cada animal a cada sete dias do período de comparação foi determinado. Um composto experimental das canas e dos concentrados foi formado unindo-se os compostos semanais em proporção ao consumido de matéria seca em cada uma das seis semanas do período de comparação. Um composto experimental das sobras por animal foi formado unindo-se quantidades idênticas de matéria pré-seca dos seis compostos semanais de cada animal.

O tamanho de partícula da dieta completa e das canas despilhada e integral foram avaliados utilizando o separador de partícula da Penn State de duas peneiras com orifícios de 19 e 8 mm de diâmetro e um fundo fechado (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996).

A ingestão de nutrientes foi calculada pela multiplicação do teor de nutrientes nos compostos experimentais pelo oferecido de cada ingrediente, seguido da subtração da quantidade de nutrientes presentes nas sobras alimentares. O teor de nutrientes na dieta consumida foi calculado dividindo o consumo total de nutrientes pelos animais no tratamento pelo CMS total no mesmo tratamento (Tabela 1). A proteína bruta foi analisada por um destilador a vapor do tipo Microkjeldhal (ASSOCIATION OF OFFICIAL

AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC, 1975). As análises de extrato etéreo foram realizadas segundo o AOAC (1990). As cinzas foram determinadas por incineração da amostra a 550°C por 8 horas. O teor de FDN foi determinado por um determinador de fibras TE-149 (TECNAL<sup>®</sup>, Piracicaba, SP), usando amilase e sulfito de sódio.

Tabela 1 Composição das dietas oferecidas em ingredientes e das dietas consumidas em nutrientes nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimento 1

|  | Cana despalhada      | Cana integral |
|--|----------------------|---------------|
|  | % da Matéria Seca    |               |
| <b>Ingredientes</b>                    |                      |               |
| Cana-de-açúcar                         | 77,1                 | 78,6          |
| Farelo de soja                         | 19,2                 | 17,9          |
| Uréia                                  | 1,0                  | 0,9           |
| NaCl                                   | 0,5                  | 0,5           |
| Minerais <sup>1</sup>                  | 2,3                  | 2,1           |
| <b>Nutrientes</b>                      |                      |               |
| Proteína bruta                         | 14,1                 | 13,7          |
| Fibra em detergente neutro             | 38,8                 | 45,3          |
| Fibra em detergente neutro de cana     | 34,2                 | 41,0          |
| Extrato etéreo                         | 0,9                  | 0,9           |
| Cinzas                                 | 2,6                  | 3,6           |
| Carboidratos não-fibrosos <sup>2</sup> | 43,6                 | 36,4          |
|  | % da Matéria Natural |               |
| Matéria seca                           | 38,2                 | 41,5          |

<sup>1</sup> Minerais: 22% de Ca; 16% de P; 1,0% de Mg; 1,0% de S; 4000 ppm de Fe; 2300 ppm de Cu; 8000 ppm de Zn; 1800 ppm de Mn; 160 ppm de I; 185 ppm de Co; 40 ppm de Se

<sup>2</sup> Carboidratos não-fibrosos = 100 - (Proteína bruta + Fibra em detergente neutro + Extrato Etéreo + Cinzas)

O peso vivo, o perímetro e profundidade torácica, e as alturas na cernelha e na garupa foram mensurados no dias 6<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> de cada semana do período de comparação, cinco horas após o oferecimento matinal de alimentos. O ganho diário de peso foi calculado para cada uma das seis semanas do período de comparação pela diferença entre as médias dos pares de determinações

intervalados de sete dias. As alturas foram determinadas com uma bengala graduada do tipo Lydtin na extremidade dorsal do processo espinhoso da terceira vértebra torácica e no ponto mais alto do osso sacro. A profundidade foi mensurada com a mesma bengala da região da cernelha até a região tóraco-ventral. O perímetro torácico foi determinado com fita graduada em centímetros caudalmente aos membros torácicos. A condição corporal foi avaliada no final da padronização, e na terceira e na sexta semana do período de comparação por observação visual da deposição externa de gordura em escala de 1 a 5 (magra a gorda) (WILDMAN et al., 1982).

A atividade mastigatória foi determinada no 42<sup>o</sup> dia da comparação por observação visual da atividade bucal de cada animal a cada 5 minutos por 24 horas ininterruptas. As atividades bucais consideradas foram de ingestão de alimento, ingestão de água, ruminação ou ócio. O tempo de mastigação foi a soma dos tempos de ingestão de alimento e de ruminação. A atividade mastigatória por unidade de CMS foi calculado utilizando o consumo mensurado no dia de determinação da mastigação.

No 42<sup>o</sup> dia da comparação, 12 horas após a alimentação e aleatoriamente dentro de cada bloco, amostras de conteúdo ruminal foram coletadas por aspiração percutânea do saco ventral do rúmen (GARRETT et al., 1999). Uma área de 10 cm, localizada 15-20 cm, caudo-ventral à última costela, foi desinfetada com álcool iodado. Uma agulha de 12,5 cm de comprimento foi inserida no saco ventral do rúmen e no mínimo 3 mL de fluido foi aspirado com uma seringa. O pH do fluido foi mensurado imediatamente.

A digestibilidade aparente no trato digestivo total da matéria seca, da matéria orgânica, da FDN e da matéria orgânica não-FDN foi determinada por mensuração da produção fecal por coleta total de fezes realizada por 8 horas ininterruptas nos dias 39 a 41 da comparação. A coleta de fezes em cada dia foi iniciada com 8 horas de atraso com relação ao dia anterior. As fezes de cada

vaca foram imediatamente congeladas durante a coleta e formaram uma amostra composta ao final de cada período. Os compostos fecais foram desidratados, e os teores de FDN e cinzas determinados como já descrito. O consumo diário de matéria orgânica digestível (CMOD) foi calculado multiplicando o consumo de matéria orgânica mensurado semanalmente pela digestibilidade da matéria orgânica mensurada entre os dias 39 a 40.

## **Experimento 2**

Quatorze vacas Holandesas, seis primíparas e oito multíparas, com 256 ± 124 dias em lactação no início do período experimental, formaram sete blocos de dois animais com base na ordem de parto e produção de leite. Dentro de cada bloco, os animais foram aleatoriamente alocados a uma sequência de dois tratamentos, em delineamento de Reversão Simples, com períodos de 21 dias. Os tratamentos foram: cana integral ou cana despalhada. Todas as folhas apicais e laterais foram removidas na cana despalhada.

As vacas foram alimentadas individualmente em confinamento total do tipo *tie stall* com camas de areia e foram ordenhadas três vezes por dia. A mistura dos ingredientes dietéticos foi realizada duas vezes por dia para fornecimento da dieta total em quantidade suficiente a prover pelo menos 15% do oferecido como sobra diária. A proporção de cana-de-açúcar e de silagem de milho nas dietas foi ajustada duas vezes por semana de acordo com a variação na porcentagem de matéria seca das forragens. A cana, cultivar RB72-454, foi moída imediatamente antes da mistura à dieta. A cultivar apresentou 81,7% de colmo e 18,30% de folhas. A quantidade de dieta oferecida e as sobras alimentares foram mensuradas diariamente.

Entre os dias 16 e 20 de cada período experimental, amostras da cana, da silagem de milho, de cada ingrediente concentrado, e das sobras alimentares



de cada vaca foram coletadas e congeladas para composição de amostras compostas por período, por mistura de quantidades idênticas de matéria natural das amostras diárias. As amostras compostas foram pré-secas em estufa ventilada por 72 horas a 55°C, trituradas em peneira de 1 mm em moinho do tipo Thomas-Willey, e uma subamostra foi desidratada a 100°C por 24 horas para determinação do teor de matéria seca. A composição dos alimentos em nutrientes foi mensurada como já descrito e a composição da dieta consumida calculada (Tabela 2). O tamanho de partícula da dieta e das canas despilhada e integral foram avaliados como já descrito por Lammers, Buckmaster e Heinrichs (1996).

A produção diária de leite e o CMS entre os dias 15 e 18 de cada período foi utilizado para comparar tratamentos. Amostras do leite de cada ordenha foram obtidas nos dias 15, 16 e 17 de cada período. Nestas amostras foram analisados os teores de proteína, gordura, lactose e N-urético (Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, Curitiba, PR). A secreção diária de energia no leite foi calculada pela equação:  $[(0,0929 \times \% \text{ gordura}) + (0,0547 \times \% \text{ de proteína}) + (0,0395 \times \% \text{ de lactose})] \times \text{kg de leite}$  (NUTRIENT..., 2001).

Tabela 2 Composição das dietas oferecidas em ingredientes e das dietas consumidas em nutrientes e tamanho de partícula nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimento 2

| Ingredientes                           | Cana despalhada   | Cana integral |
|--|-------------------|---------------|
|  | % da Matéria Seca |               |
| Silagem de milho                       | 37,6              | 37,7          |
| Cana-de-açúcar                         | 18,4              | 18,2          |
| Farelo de soja                         | 21,9              | 21,9          |
| Uréia                                  | 0,2               | 0,2           |
| Polpa de citros                        | 9,7               | 9,8           |
| Milho reidratado e ensilado            | 9,3               | 9,3           |
| Óxido de magnésio                      | 0,2               | 0,2           |
| Bicarbonato de sódio                   | 1,0               | 1,0           |
| Calcário calcítico                     | 0,9               | 0,9           |
| NaCl                                   | 0,4               | 0,4           |
| Minerais e vitaminas <sup>1</sup>      | 0,4               | 0,4           |
| Nutrientes                             |                   |               |
| Proteína bruta                         | 17,3              | 16,6          |
| Fibra em detergente neutro (FDN)       | 32,9              | 34,7          |
| FDN de silagem de milho                | 15,7              | 15,8          |
| FDN de cana-de-açúcar                  | 8,4               | 9,3           |
| Extrato etéreo                         | 4,7               | 4,7           |
| Cinzas                                 | 7,4               | 7,7           |
| Carboidratos não-fibrosos <sup>2</sup> | 37,7              | 36,3          |
| % da Matéria Natural                   |                   |               |
| Matéria seca                           | 39,2              | 39,5          |
| % da MN acima da peneira               |                   |               |
| 19 mm de diâmetro do orifício          | 3,7               | 5,1           |
| 8 mm de diâmetro do orifício           | 32,2              | 35,4          |
| Fundo                                  | 64,1              | 59,5          |

<sup>1</sup> Minerais e Vitaminas: 18,5% de Ca; 15% de P; 3,0% de Mg; 3,0% de S; 240 ppm de Co; 3000 ppm de Cu; 8000 ppm de Mn; 12000 ppm de Zn; 90 ppm de Se; 180 ppm de I; 1.000.000 UI/kg Vit. A; 250.000 UI/kg Vit. D; 6.250 UI/kg Vit E

<sup>2</sup> Carboidratos não-fibrosos = 100 – (Proteína Bruta + Fibra em detergente neutro + Extrato Etéreo + Cinzas)

O peso vivo e a condição corporal de cada vaca foram mensurados no dia 20 de cada período com o intuito de descrever as unidades experimentais. A condição corporal foi avaliada visualmente em escala de 1 a 5 (WILDMAN et al., 1982).

A digestibilidade aparente no trato digestivo total da matéria seca, da material orgânica, da FDN e da matéria orgânica não-FDN foi determinada por mensuração da produção fecal por coleta total de fezes realizada por 8 horas ininterruptas nos dias 18 a 20 de cada período, similarmente ao descrito no Experimento 1. O consumo diário de matéria orgânica digestível (CMOD) foi calculado multiplicando o consumo de matéria orgânica mensurado entre os dias 15 a 18 pela digestibilidade da matéria orgânica mensurada entre os dias 18 a 20.

A eficiência alimentar foi calculada pela relação entre a produção de leite e o CMS. No dia 21 de cada período foi avaliada a atividade mastigatória por observação visual da atividade bucal de cada animal a cada cinco minutos do dia por 24 horas contínuas.

### **Análises estatísticas**

#### Experimento 1:

As variáveis mensuradas semanalmente; peso vivo, alturas na garupa e na cernelha, perímetro e profundidade do tórax e CMS; foram analisadas como medidas repetidas pelo procedimento MIXED do SAS (LITTEL; MILLKEN; STROUP, 1996). A estrutura de covariância utilizada foi definida pelo critério de informação de Akaike (WOLFINGER, 1993), considerando-se as estruturas auto regressiva de ordem 1, simetria composta e não-estruturada. O modelo utilizado foi:  $Y_{ijk} = \mu + CV + B_i + T_j + S_k + TS_{jk} + e_{ijk}$ . Onde:  $\mu$  = média geral; CV = covariável (medição da mesma variável no final da padronização);  $B_i$  = efeito de bloco ( $i = 1$  a 16);  $T_j$  = efeito de tratamento ( $j =$  cana integral, cana despalhada);  $S_k$  = efeito de semana ( $k = 1$  a 6);  $TS_{jk}$  = interação entre tratamento e semana;  $e_{ijk}$  = erro residual. O quadrado médio para o efeito de novilha dentro de tratamento foi utilizado como medida de erro para testar o efeito de

tratamento. O ganho diário de peso foi analisado pelo mesmo modelo, mas sem o termo covariável.

O pH ruminal, a digestibilidade e a atividade mastigatória foram analisados pelo procedimento GLM do SAS com o seguinte modelo:  $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$ . Onde:  $\mu$  = média geral;  $B_i$  = efeito de bloco ( $i = 1$  a  $16$ );  $T_j$  = efeito de tratamento ( $j$  = cana integral, cana despalhada);  $e_{ij}$  = erro experimental, assumido independente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

#### Experimento 2:

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS com o seguinte modelo:  $Y_{ijklm} = \mu + B_i + V_{j(i)} + P_k + T_l + e_{ijkl}$ . Onde:  $\mu$  = Média geral;  $B_i$  = Efeito de bloco ( $i = 1$  a  $7$ );  $V_{j(i)}$  = Efeito de vaca dentro de bloco ( $j = 1$  a  $14$ );  $P_k$  = Efeito de período ( $k = 1$  ou  $2$ );  $T_l$  = Efeito de tratamento ( $l =$  cana integral, cana despalhada);  $e_{ijkl}$  = erro experimental, assumido independente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A despalha reduziu a proporção de partículas longas da cana (Tabela 3), o que pode atuar positivamente sobre o consumo de matéria seca em ruminantes alimentados com esta forragem (MONTPELLIER; PRESTON, 1977; NGUYEN; INGER; DINH, 2000).

A despalha da cana na dieta com 78% de cana ofertada às novilhas (Tabela 1) induziu maior queda no teor dietético de FDN que na dieta com 18% de cana ofertada às vacas em lactação (Tabela 2). Na dieta das vacas, a proporção de partículas alimentares retidas na peneira de 8 mm do separador da Penn State foi reduzida pela despalha de 40,5% para 35,9% (Tabela 2).

Assumindo constância no teor de FDN nas três classes de tamanho de partícula, o teor estimado de FDN acima de 8 mm seria 11,8 e 14,1% da MS nas dietas com cana despalhada e integral, respectivamente. Esses valores representam uma estimativa mínima de teor dietético de FDN maior que 8 mm, já que o teor de FDN das partículas alimentares acima de 8 mm tende a ser mais alto que no fundo, por maior retenção de forragens na peneira de maior orifício e de concentrados no fundo do separador. As dietas foram adequadas em teor de FDN fisicamente efetivo (ARMENTANO; PEREIRA, 1997). Nestas dietas com cerca de 56% de forragem e ofertadas para vacas em terço final da lactação, aquelas com maior probabilidade de receberem cana-de-açúcar como parte da forragem em rebanhos de vacas de alta produção, a proporção de substituição de silagem de milho por cana, cerca de 33% da forragem, foi coerente à recomendação de Magalhães, Campos e Cabral (2006). As dietas foram formuladas considerando que a substituição total de silagem de milho por cana-de-açúcar pode deprimir o desempenho de vacas leiteiras (CORRÊA et al., 2003), enquanto a substituição total não deprime o ganho diário de peso para

valores zootecnicamente não desejáveis em novilhas (ANDRADE; PEREIRA, 1999).

Tabela 3 Composição em nutrientes e tamanho de partícula da cana despalhada e da cana integral. Experimentos 1 e 2

|                               | Cana despalhada          | Cana integral |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|
| Experimento 1                 |                          |               |
|                               | % da Matéria Natural     |               |
| Matéria seca                  | 30,7                     | 35,3          |
|                               | % da Matéria Seca        |               |
| Proteína bruta                | 3,0                      | 3,5           |
| Fibra em detergente neutro    | 46,8                     | 53,6          |
| Extrato etéreo                | 0,6                      | 0,8           |
| Cinzas                        | 2,4                      | 3,4           |
|                               | % da MN acima da peneira |               |
| 19 mm de diâmetro do orifício | 2,4                      | 1,4           |
| 8 mm de diâmetro do orifício  | 22,0                     | 31,7          |
| Fundo                         | 75,6                     | 66,9          |
| Experimento 2                 |                          |               |
|                               | % da Matéria Natural     |               |
| Matéria seca                  | 24,2                     | 24,8          |
|                               | % da Matéria Seca        |               |
| Proteína bruta                | 4,4                      | 4,9           |
| Fibra em detergente neutro    | 42,3                     | 52,7          |
| Extrato etéreo                | 0,7                      | 0,8           |
| Cinzas                        | 1,9                      | 3,2           |
|                               | % da MN acima da peneira |               |
| 19 mm de diâmetro do orifício | 6,4                      | 6,5           |
| 8 mm de diâmetro do orifício  | 64,9                     | 73,2          |
| Fundo                         | 28,7                     | 20,3          |

A despalha induziu leve aumento no teor dietético de proteína bruta tanto nas vacas (Tabela 2) quanto nas novilhas (Tabela 1). Entretanto, essa prática reduziu o teor de proteína da cana (Tabela 3), coerente ao maior teor de N em folhas comparativamente a colmos (RODRIGUES et al., 1997). A despalha induziu alguma seleção dos animais em favor de componentes da dieta ricos em N. O teor de proteína das sobras alimentares foi em média 12,4% e

13,3% da MS no Experimento 1 e 15,5% e 15,8% no Experimento 2, nos tratamentos cana despalhada e integral, respectivamente.

No Experimento 1, a remoção total de palhas reduziu o teor de FDN da cana em 6,8 unidades percentuais, no Experimento 2 a redução foi de 10,4 unidades percentuais (Tabela 3). Esta redução é desejável, já que a baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar pode limitar o desempenho de bovinos (PRESTON, 1977). Segundo Teixeira et al. (2007), o baixo teor de fibra foi a principal característica de canas com alta digestibilidade da matéria seca. Rodrigues et al. (2002) observaram variação de 12,3 unidades percentuais no teor de FDN de 18 cultivares de cana, enquanto a amplitude de variação foi de 9,9 unidades percentuais nos 20 cultivares avaliados por Teixeira et al. (2007). A remoção total de palhas, adotada neste experimento com o intuito de evidenciar a resposta potencial máxima em desempenho animal à atuação sobre a relação entre colmos e folhas da cana, induziu resposta em teor de FDN da cana semelhante à obtida por seleção de canas com alta proporção de colmos.

A redução no teor de FDN e no tamanho de partícula da dieta induziu ganho em eficiência alimentar nas novilhas consumindo cana despalhada, por induzir aumento de 270 g no ganho diário de peso, sem afetar o CMS (Tabela 4). A resposta positiva em ganho de peso das novilhas alimentadas com cana despalhada foi amplificada ao longo do tempo de fornecimento do tratamento (Gráfico 1). O ganho de peso observado é considerado alto para novilhas leiteiras (KEOWN, 1986), e evidencia o alto valor energético para ruminantes da cana-de-açúcar, já que concentrados energéticos não foram suplementados para as novilhas neste experimento (Tabela 1), coerente aos achados de Gallo, Pereira e Andrade (2000).

Tabela 4 Peso vivo, ganho de peso, consumo e morfologia de novilhas alimentadas nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimento 1

|                    | Cana despalhada    | Cana integral | EPM <sup>1</sup> | P Trat <sup>2</sup> | P Sem <sup>2</sup> | P Int <sup>2</sup> |
|--------------------|--------------------|---------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                    | Kg                 |               |                  |                     |                    |                    |
| Peso vivo          | 333                | 328           | 2,4              | 0,14                | <0,01              | 0,07               |
|                    | kg d <sup>-1</sup> |               |                  |                     |                    |                    |
| CMS <sup>3</sup>   | 8,8                | 8,8           | 0,18             | 0,78                | <0,01              | 0,28               |
| CMOD <sup>3</sup>  | 5,7                | 5,8           | 0,22             | 0,93                | <0,01              | <0,01              |
| Ganho              | 1,395              | 1,125         | 0,093            | 0,05                | <0,01              | 0,68               |
| Ganho/CMS          | 0,158              | 0,122         | 0,012            | 0,05                | <0,01              | 0,58               |
|                    | Cm                 |               |                  |                     |                    |                    |
| Altura na cernelha | 125                | 125           | 0,37             | 0,35                | 0,08               | 0,39               |
| Altura na garupa   | 129                | 129           | 0,37             | 0,94                | <0,01              | 0,34               |
| Perímetro tórax    | 161                | 161           | 0,70             | 0,68                | 0,07               | 0,70               |
| Profundidade tórax | 62                 | 62            | 0,16             | 0,76                | <0,01              | 0,64               |
|                    | 1 a 5              |               |                  |                     |                    |                    |
| Condição corporal  | 3,6                | 3,7           | 0,06             | 0,19                | 0,01               | 0,41               |

<sup>1</sup>EPM = Erro padrão das médias

<sup>2</sup> Valor de probabilidade para os efeitos de Trat = Tratamento; Sem = Semana; Int = Interação entre Trat e Sem

<sup>3</sup> CMS = Consumo de matéria seca; CMOD = Consumo de matéria orgânica digestível



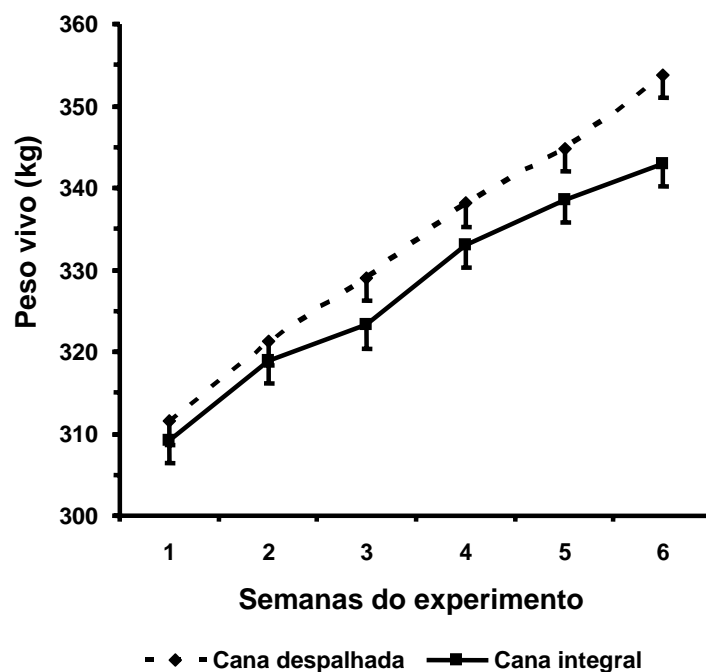


Gráfico 1 Peso vivo de novilhas alimentadas com cana despalhada ou cana integral.  $P=0,14$  para o efeito de tratamento;  $P<0,01$  para o efeito de semana;  $P=0,07$  para a interação entre semana e tratamento

Maior ingestão diária de energia, mensurada pelo CMOD, não foi uma explicação plausível para o maior ganho diário de peso das novilhas no tratamento com cana despalhada (Tabela 4). Ganho em digestibilidade em resposta à despalha da cana, apesar de observado numericamente, não obteve suporte estatístico no Experimento 1 (Tabela 5). Entretanto, a despalha reduziu o tempo de ingestão das novilhas sem reduzir o tempo de mastigação (Tabela 6) e tendeu a reduzir o pH ruminal (Tabela 5), sugerindo que pode ter ocorrido aumento na fermentabilidade da matéria orgânica no rúmen e/ou redução na capacidade tamponante da dieta. Esse mecanismo é coerente ao menor consumo diário de FDN na dieta com cana despalhada (Gráfico 2), enquanto o consumo diário de matéria orgânica não-FDN, representado majoritariamente por

sacarose, foi mais alto neste tratamento ( $P=0,04$ ). O consumo de matéria orgânica não-FDN digestível foi maior na cana despalhada ( $P=0,03$ ). A despalha da cana aumentou a taxa de ingestão (Tabela 6), provavelmente por ter reduzido o tamanho de partícula da dieta (MONTPELLIER; PRESTON, 1977).

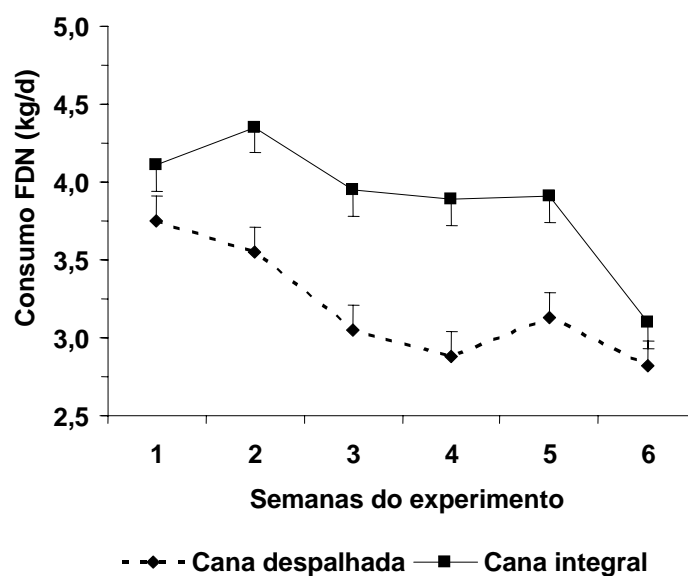


Gráfico 2 Consumo de Fibra em Detergente Neutro (FDN) de novilhas alimentadas com cana despalhada ou cana integral.  $P<0,01$  para o efeito de tratamento;  $P<0,01$  para o efeito de semana;  $P<0,01$  para a interação entre semana e tratamento

Tabela 5 Digestibilidade aparente de nutrientes e pH ruminal nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimentos 1 e 2

|                      | Cana despalhada | Cana integral | EPM <sup>1</sup> | P Trat <sup>2</sup> |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|
| % do ingerido        |                 |               |                  |                     |
| Experimento 1        |                 |               |                  |                     |
| DMS <sup>3</sup>     | 63,8            | 62,2          | 1,83             | 0,55                |
| DMO <sup>3</sup>     | 71,1            | 68,8          | 1,35             | 0,25                |
| DFDN <sup>3</sup>    | 31,0            | 29,3          | 4,11             | 0,77                |
| DMOnFDN <sup>3</sup> | 97,1            | 95,3          | 0,98             | 0,24                |
| Experimento 2        |                 |               |                  |                     |
| DMS                  | 75,1            | 71,4          | 1,26             | 0,06                |
| DMO                  | 77,5            | 74,6          | 1,10             | 0,08                |
| DFDN                 | 47,7            | 42,2          | 2,84             | 0,19                |
| DMOnFDN              | 93,8            | 94,0          | 0,39             | 0,71                |
| Experimento 1        |                 |               |                  |                     |
| pH ruminal           | 6,29            | 6,50          | 0,077            | 0,07                |

<sup>1</sup> EPM = Erro padrão das médias

<sup>2</sup> Valor de probabilidade para o efeito de tratamento

<sup>3</sup> DMS = Digestibilidade da matéria seca. DMO = Digestibilidade da matéria orgânica. DFDN = Digestibilidade da fibra em detergente neutro. DMOnFDN = Digestibilidade da matéria orgânica não-FDN

Tabela 6 Atividade mastigatória nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimentos 1 e 2

|                         | Cana despalhada             | Cana integral | EPM <sup>1</sup> | P Trat <sup>2</sup> |
|-------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|---------------------|
| Experimento 1           |                             |               |                  |                     |
|                         | min d <sup>-1</sup>         |               |                  |                     |
| Ruminação               | 520                         | 485           | 22,1             | 0,28                |
| Ingestão                | 267                         | 300           | 10,9             | 0,04                |
| Mastigação <sup>3</sup> | 787                         | 785           | 24,8             | 0,96                |
|                         | min kg de CMS <sup>-1</sup> |               |                  |                     |
| Ruminação               | 47,3                        | 48,5          | 2,18             | 0,68                |
| Ingestão                | 24,2                        | 30,2          | 1,32             | <0,01               |
| Mastigação              | 71,5                        | 78,7          | 2,73             | 0,08                |
| Experimento 2           |                             |               |                  |                     |
|                         | min d <sup>-1</sup>         |               |                  |                     |
| Ruminação               | 427                         | 438           | 11,0             | 0,49                |
| Ingestão                | 288                         | 291           | 7,0              | 0,78                |
| Mastigação <sup>3</sup> | 716                         | 729           | 9,4              | 0,32                |
|                         | min kg de CMS <sup>-1</sup> |               |                  |                     |
| Ruminação               | 26,2                        | 26,7          | 0,84             | 0,66                |
| Ingestão                | 17,6                        | 17,6          | 0,42             | 0,99                |
| Mastigação              | 43,8                        | 44,3          | 0,79             | 0,65                |

<sup>1</sup> EPM = Erro padrão das médias

<sup>2</sup> Valor de probabilidade para o efeito de tratamento

<sup>3</sup> Mastigação = Ruminação + Ingestão

Diferentemente do observado nas novilhas (Tabela 4), na dieta com menor teor de cana oferecida às vacas em lactação não foi detectado efeito positivo da despalha sobre o desempenho animal, apesar da tendência de maior CMOD ( $P=0,10$ ) neste tratamento (Tabela 7). O maior CMOD em resposta à despalha decorreu do aumento numérico no consumo (Tabela 7) associado à tendência de maior digestibilidade da dieta (Tabela 5). Esses dados sugerem que a despalha aumentou a digestibilidade da cana sem, no entanto, reduzir a efetividade física mensurada pela atividade mastigatória (Tabela 6). A ausência

de resposta em desempenho lactacional pode ter decorrido da baixa inclusão dietética de cana. Em dietas com alta inclusão de cana-de-açúcar, normalmente utilizadas para vacas de menor produção, a resposta em produção de leite pode ser positiva, a se julgar pela resposta observada em ganho de peso das novilhas alimentadas com 78% de forragem. Avaliar o efeito da despalha da cana em bovinos alimentados com alto teor dietético desta forrageira parece ser pertinente.

Tabela 7 Desempenho de vacas leiteiras nos tratamentos cana despalhada ou cana integral. Experimento 2

|                   | Cana despalhada      | Cana integral | EPM <sup>1</sup> | P Trat <sup>2</sup> |
|-------------------|----------------------|---------------|------------------|---------------------|
|                   | kg d <sup>-1</sup>   |               |                  |                     |
| CMS <sup>3</sup>  | 18,0                 | 17,5          | 0,31             | 0,28                |
| CMOD <sup>3</sup> | 12,9                 | 12,0          | 0,37             | 0,10                |
| Leite             | 18,4                 | 18,2          | 0,31             | 0,65                |
| Gordura           | 0,495                | 0,497         | 0,012            | 0,89                |
| Proteína          | 0,507                | 0,501         | 0,008            | 0,61                |
| Lactose           | 0,617                | 0,619         | 0,012            | 0,89                |
|                   | %                    |               |                  |                     |
| Gordura           | 3,61                 | 3,59          | 0,026            | 0,64                |
| Proteína          | 3,60                 | 3,56          | 0,032            | 0,40                |
| Lactose           | 4,33                 | 4,34          | 0,024            | 0,84                |
|                   | Kg                   |               |                  |                     |
| Peso vivo         | 655                  | 658           | 1,9              | 0,34                |
|                   | 1 a 5                |               |                  |                     |
| Condição corporal | 3,8                  | 3,9           | 0,03             | 0,25                |
|                   | mg dl <sup>-1</sup>  |               |                  |                     |
| N-uréico no leite | 15,6                 | 16,1          | 0,57             | 0,51                |
|                   | Mcal d <sup>-1</sup> |               |                  |                     |
| Energia no leite  | 12,8                 | 12,7          | 0,26             | 0,69                |
| Eficiência        | 1,04                 | 1,05          | 0,012            | 0,56                |

<sup>1</sup> EPM = Erro padrão das médias

<sup>2</sup> Valor de probabilidade para o efeito de Tratamento

<sup>3</sup> CMS = Consumo de matéria seca. CMOD = Consumo de matéria orgânica digestível

<sup>4</sup> Eficiência = Leite/CMS

## **5 CONCLUSÃO**

A despalha da cana aumentou o ganho diário de peso de novilhas e tendeu a aumentar a digestibilidade da dieta oferecida para vacas leiteiras em fase final da lactação. Foi evidenciado a possibilidade de efeito favorável sobre o desempenho animal da atuação sobre a relação entre colmos e folhas da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

- AKIN, D. E. et al. Physical degradation of lignified stem tissues by ruminal fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, n. 3, p. 611-616, Mar. 1989.
- ANDRADE, M. A. F.; PEREIRA, M. N. Performance of Holstein heifers on fresh sugarcane as the only dietary forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 91-92, 1999. Supplement.
- ARMENTANO, L. E.; PEREIRA, M. N. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1416-1425, July 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Washington, 1975. v. 1, 1094 p.
- AZEVEDO, J. A. G. **Avaliação nutricional de variedades de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) e simulação do desempenho de vacas leiteiras**. 2002. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.
- BACCHI, O. O. S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1997. p. 25-37. (Coleção Planalsucar, 2).
- BARNES, A. C. **The sugar cane**. London: L. H. Books, 1974. 572 p.
- BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1987. p. 6.
- BUXTON, D. R.; REDFEARN, D. D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 127, n. 5, p. S814-S818, May 1997.



CARVALHO, G. J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte.** 1992. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

CESNIK, R. **Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em cana-de-açúcar.** 1972. 50 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1972.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira, cana-de-açúcar safra 2010/2011.** Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_09\\_14\\_50\\_boletim\\_cana\\_3o\\_lev\\_safra\\_2010\\_2011..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_09_14_50_boletim_cana_3o_lev_safra_2010_2011..pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2011.

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

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. 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**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, jun. 2005.

FARHEY JUNIOR, G. C. et al. **Forage quality, evaluation and utilization.** Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. 998 p.

FERREIRO, H. M.; PRESTON, T. R. Fattening cattle with sugar cane: the effect of different proportions of stalk and tops. **Tropical Animal Production**, Ciudad de México, v. 3, p. 31-38, 1976.

FONSECA, A. H. et al. Características agronômicas, químicas e nutricionais de híbridos de milho visando a produção de silagem de alto valor nutritivo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 281, p. 41-54, dez. 2002.

GALLO, P. C. S.; PEREIRA, M. N.; ANDRADE, M. A. F. Effect of dietary sugarcane concentration on heifer growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 114-116, 2000. Supplement.

GARRET, E. F. et al. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1170-1178, June 1999.

GONÇALVES, L. A. C. Influência da fibra e da Pol da cana e da pureza do caldo no processo de fabricação de açúcar e álcool. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 105, n. 4, p. 49-64, ago. 1987.

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

HARBERS, L. H.; RAITEN, D. J.; PAULSEN, G. M. The role of plant epidermal silica as structural inhibitor of rumen microbial digestion in steers. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v. 24, n. 2, p. 1057-1066, Mar. 1981.

HE, L.; TERASHIMA, N. Formation and structure of lignin in monocotyledons: III., heterogeneity of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) lignin with respect to the composition of structural units in different morphological regions. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, New York, v. 10, n. 4, p. 435-459, Dec. 1990.

\_\_\_\_\_. Formation and structure of lignin in monocotyledons: IV., deposition process and structural diversity of the lignin in the cell wall of sugarcane and rice plant studied by ultraviolet microscopic spectroscopy. **Holzforschung - International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood**, Berlin, v. 45, n. 3, p. 191-198, Apr. 1991.

HOFFMANN, P. H. **Evolução do potencial produtivo das principais variedades de cana-de-açúcar cultivadas no estado de São Paulo nos últimos cinquenta anos**. 1997. 136 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, Oct. 1986.

JUNG, H. G.; DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. (Ed.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: APS, 1993. p. 315-346.

KEOWN, J. F. Freshen heifers at 1200 lb. In: WILCOX, C. J. (Ed.). **Dairy herd management**. Florida: Florida University, 1986. p. 18-20.

KOLATTUDY, P. E. Biopolyester membranes of plants: cutin and suberin. **Science**, New York, v. 208, n. 4447, p. 990-1000, May 1980.

KORNDÖRFER, G. H. et al. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-106, fev. 1999.

KRISTENSEN, J. B. **Enzymatic hydrolysis of lignocellulose**: substrate interactions and high solids loadings. Frederiksberg: Forest & Landscape Denmark, 2008. 130 p. (Forest & Landscape Research, 42).

KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 5, p. 689-696, May 1982.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICH, A. J. A simplified method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 5, p. 922-928, May 1996.

LANDELL, M. G. A. et al. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros**: manejo de produção de uso na alimentação animal. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 39 p.

LITTELL, R. C.; MILLKEN, G. A.; STROUP, W. W. **SAS<sup>®</sup> system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633 p.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 591-599, fev. 2006.

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

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, Oct. 2009.

MOLINA, A. et al. Forage evaluation of sugar cane industrial varieties: *in situ* digestibility. **Cuban Journal of Agricultural Science**, La Habana, v. 33, n. 5, p. 369-373, May 1999.

MONSON, W. G.; POWELL, J. B.; BURTON, W. G. Digestion of fresh forage in rumen fluid. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 231-236, 1972.

MONTPELLIER, F. A.; PRESTON, T. R. The pattern of rumen fermentation in cattle fed diets based on sugar cane stalk, chopped coarsely with a machete, finely by machine or derinded. **Tropical Animal Production**, Ciudad del México, v. 2, p. 40-43, 1977. Abstract.

NGUYEN, T. L. T. et al. Fossil energy savings potential of sugar cane bio-energy systems. **Applied Energy**, London, v. 86, n. 1, p. S132-S139, Nov. 2009. Supplement.

NGUYEN, T. M.; INGER, L.; DINH, V. B. Effect of chopping and level of inclusion of whole sugar cane on intake and growth of goats. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 25-34, Sept. 2000.

NUTRIENT requirements of dairy cattle. Washington: National Academy, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, J. S. **Utilização de cana + uréia na recria de bovinos**. Brasília: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 20 p. (Circular Técnica, 23).

PATE, F. M. Fresh chopped sugar cane in growing-finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 53, n. 4, p. 881-888, July 1981.

PATE, F. M.; COLEMAN, S. W. Evaluation of sugarcane varieties as cattle feed. **Florida Agricultural Experiment Station**, Gainesville, v. 4, p. 1-21, 1975.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 17-47.

PINTO, A. P.; ABRAHÃO, J. J. S.; MARQUES, J. A. Desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços terminados em confinamento com dietas à base de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 198-203, maio 2010.

PRESTON, T. R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, Ciudad de México, v. 2, p. 125-142, 1977.

RELATÓRIO anual 1985. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1986. 167 p.

RESENDE, J. A. et al. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grains type sorghum cultivares. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 457-463, jul./set. 2003.

RODRIGUES, A. A. et al. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1111-1112.

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, dez. 1997.

SOEST, P. J. van; JONES, L. H. P. Effect of silica in forages upon digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 51, p. 1644-1648, 1968.

SOUZA, Z. M. et al. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 3, p. 271-278, mar. 2005.

TEIXEIRA, C. B. et al. Determinants of degradability among sugarcane (*Saccharum spp*) clones in the bovine rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 1, p. 288-290, 2007. Supplement.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Dados e cotações:** estatísticas da produção de cana-de-açúcar no Brasil. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 23 dez. 2010.

WILDMAN, E. E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 3, p. 495-501, Mar. 1982.

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

WOLFINGER, R. D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, Ontario, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, Apr. 1993.