

ANDRÉ LUIZ RODRIGUES MAGALHÃES

**CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*, L.) EM SUBSTITUIÇÃO À
SILAGEM DE MILHO (*Zea mays*) EM DIETAS PARA VACAS EM
LACTAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

ANDRÉ LUIZ RODRIGUES MAGALHÃES

**CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*, L.) EM SUBSTITUIÇÃO À
SILAGEM DE MILHO (*Zea mays*) EM DIETAS PARA VACAS EM
LACTAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de janeiro de 2001.

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof. Robledo de Almeida Torres
(Conselheiro)

Prof. Rogério de Paula Lanna

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

Aos meus pais, Maria de Jesus e Joaquim Severo,
que se doaram inteiros e para os quais as palavras
nunca serão suficientes.

À família Oliveira; Cleide, Laert, Juninho e
Marquinhos, pelo estímulo, carinho e apoio.

À minha namorada, Ivie, pelo amor e carinho.

Todos, fontes de incentivo e motivos de orgulho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar sempre presente em meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa, pelo acolhimento desde a graduação.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo concedida.

Ao professor orientador José Maurício de Souza Campos, pela orientação, amizade e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Aos professores conselheiros Sebastião de Campos Valadares Filho e Robledo de Almeida Torres, pela atenção, amizade e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Aos professores Rogério de Paula Lanna e Odilon Gomes Pereira, pela participação na banca de tese.

Aos professores Ricardo Frederico Euclides, José Carlos Pereira e Rita Flávia Miranda Oliveira, pela sincera amizade e por acreditarem em nosso trabalho.

Aos professores Augusto César de Queiroz, José Carlos Pereira, Rita Flávia Miranda Oliveira, Juarez Lopes Donzele, Sebastião de Campos Valadares Filho, Rogério de Paula Lanna e Darci Clementino Lopes, pela amizade e ensinamentos transmitidos durante as disciplinas do curso.

À professora Maria Ignês Leão, pela amizade e apoio nas análises laboratoriais.

Aos professores Marcos Tótola (Departamento de Microbiologia) e Oswaldo Pinto Ribeiro Filho (Departamento de Biologia Animal) pela amizade.

Ao professor Jorge José Rio Tinto de Matos (Departamento de Medicina Veterinária) e sua equipe, pela amizade e pelo constante monitoramento da saúde dos animais.

Aos poucos, porém valiosos professores da graduação e da pós-graduação que, acima de tudo, souberam ser Mestres ao compartilharem seus conhecimentos e que por isto, transformaram nossos sonhos em realidade. São, sem dúvida, exemplos a serem seguidos.

Aos funcionários do estábulo, em especial a Luis Carlos e José Antônio, pela amizade e importante ajuda na condução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Fernando, Sérgio, Vera, Valdir, Wellington e Monteiro, pela amizade e colaboração nas análises laboratoriais.

Ao Mauro, chefe da Fábrica de Ração da UFV, pela amizade e fornecimento das rações concentradas.

À Maria Helena, chefe do laboratório do laticínio da FUNARBE, pela colaboração nas análises do leite.

Ao vigilante do Departamento de Zootecnia, seu Jorge, pela paciência em abrir o Laboratório de Nutrição no período da noite e nos finais de semana.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Márcia, Celeste, Rosana, Cláudio Paulon, Venâncio, Raimundo, Antônio, José Geraldo e Joelson, pela amizade.

A todos os estagiários que ajudaram no experimento, pela amizade e empenho na execução das atividades.

Aos estagiários do Convênio Nestlé, pela amizade e pelo apoio no experimento.

Ao Josué Mendes Neto, pela amizade e grande apoio na condução do experimento.

Aos amigos do curso, Luis (Goiabeira), Luciano Cabral, Fernanda Cipriano, Acyr, Joanis e Dorismar, pela valiosa amizade.

Aos colegas do curso, Fernando Londoño, Edinaldo, Fabiano, Carlinha, Rodolpho, Priscila, Alberto, Fabiana, Vidal, Alessandro, Rosângela, Antônia, Elisa, Soraia, Andréa Luciane, Emerson, Roberta e demais colegas, pela amizade.

À Fernanda e Carlinha, ao Dorismar e Luciano Cabral, pelo apoio nas análises laboratoriais.

Às vacas Balbina, Dilma, Lucélia, Malvina, Lustrosa, Broa, Cartolina, Carmem, Donzela, Dorotéia, Loreta e Justina, pelo esforço em prol da ciência.

À Mell (*in memoriam*), pelos muitos momentos de felicidade em sua curta passagem.

À Andy e Ceci, pela amizade sincera e felicidade.

À toda minha família, pelo carinho e amizade.

Ao Eric, Samuel e Iracema, pela amizade.

E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Cada homem tem seu lugar no mundo
e no tempo que lhe é concedido.
Sua tarefa nunca é maior que sua
capacidade para poder cumprí-la.
Ela consiste em preencher seu lugar,
em servir à verdade e aos homens."

João Guimarães Rosa

BIOGRAFIA

ANDRÉ LUIZ RODRIGUES MAGALHÃES, filho de Joaquim Severo de Magalhães e Maria de Jesus Rodrigues Magalhães, nasceu na cidade satélite do Gama, Distrito Federal, em 04 de julho de 1973.

Em 1992, ingressou na Universidade Federal de Viçosa - UFV, onde, em 1997 obteve o título de Zootecnista, colando grau em 19 de dezembro de 1997.

No período de março a outubro de 1998, foi bolsista de aperfeiçoamento, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV, atuando na área de Melhoramento Animal.

Em 26 de outubro de 1998, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa - UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Consumo.....	3
2.2. Digestibilidade e indicadores.....	5
2.3. Alimentação e desempenho animal.....	6
2.4. Parâmetros ruminais.....	11
2.5. Taxa de passagem.....	14
2.6. Custos.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Consumo.....	26
4.2. Digestibilidade.....	30
4.3. Produção e composição do leite.....	32
4.4. Variação do peso vivo.....	35
4.5. pH e concentração de amônia ruminais.....	37
4.6. Taxa de passagem.....	40
4.7. Economicidade das dietas.....	41
5. CONCLUSÕES.....	46
6. BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXO.....	56

RESUMO

MAGALHÃES, André Luiz Rodrigues, M.S. Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2001. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em Substituição à Silagem de Milho (*Zea mays*) em Dietas para Vacas em Lactação.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Robledo de Almeida Torres.

Este trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, objetivando avaliar a substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, em dietas para vacas leiteiras, sobre as seguintes características: produção e composição do leite, variação do peso vivo, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃) do líquido ruminal, taxa de passagem ruminal (TPR) da digesta e viabilidade econômica das dietas utilizadas. Doze vacas da raça Holandesa, em lactação, com potencial de produção de 5.000 a 7.000Kg de leite por lactação, foram distribuídas em três quadrados latinos, 4X4 balanceados. Os animais foram mantidos em baias individuais, onde receberam as dietas *ad libitum*, com relação volumoso:concentrado de 60:40, duas vezes ao dia, durante 84 dias experimentais. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar: 0; 33,3; 66,6 e 100%, na matéria seca (MS). As dietas foram balanceadas para atender aos requerimentos de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), vitamina A, macro e microminerais, segundo o NRC (1989) e de fibra em detergente neutro (FDN), segundo MERTENS

(1996). A produção de leite e o consumo de alimentos foram avaliados durante a última semana de cada período experimental, que teve duração de 21 dias. O líquido ruminal foi coletado via sonda esofágica e o pH e as concentrações de amônia foram determinados imediatamente antes da alimentação e 2, 4 e 6 horas após. Para a determinação da TPR, utilizaram-se 20g de óxido crômico (Cr_2O_3), fornecidos em dose única, seguida de coletas de fezes em diferentes intervalos de tempo. Os animais foram pesados ao início e final de cada período experimental. A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada para a determinação das digestibilidades dos nutrientes. A viabilidade econômica foi determinada a partir dos custos de alimentação e receitas obtidas com a venda do leite. As produções de leite (PL) foram 24,17; 23,28; 22,10 e 20,36Kg/dia e as produções de leite corrigidas (PLC) para 3,5% de gordura foram 27,00; 24,98; 24,36 e 21,41Kg/dia para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar no volumoso, respectivamente. Não houve alteração na composição do leite. Os consumos das dietas, com base na MS, foram 177,90; 169,42; 165,69 e 156,80g/Kg^{0,75}, com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar, ou seja, houve uma redução linear, o que ocasionou menor ingestão de matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), NDT, PB, EE, carboidratos totais (CHO), FDN e fibra em detergente ácido (FDA). A substituição não afetou as digestibilidades da MS, MO e PB. A digestibilidade da FDN apresentou redução acentuada, enquanto a dos carboidratos não fibrosos (CNF) aumentou. O pH ruminal não foi influenciado pelas dietas, apresentando comportamento quadrático em função do tempo pós alimentação. As concentrações de amônia apresentaram comportamentos quadráticos em função das dietas e do tempo. A TPR da digesta diminuiu e o tempo médio de retenção total (TMRT) aumentou. Houve redução dos custos de alimentação, em R\$/dia: 4,79; 4,33; 4,00 e 3,58, diminuição nas receitas, em R\$/dia: 8,32; 7,60; 6,55 e 5,63, e conseqüentemente, nos lucros, em R\$/dia: 3,53; 3,27; 2,55 e 2,05, para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100% de substituição, respectivamente. Apesar disto, a substituição de 33,3% de silagem de milho por cana-de-açúcar foi técnica e economicamente viável, o que não ocorreu para os níveis 66,6 e 100% de substituição.

ABSTRACT

MAGALHÃES, André Luiz Rodrigues, M.S. Universidade Federal de Viçosa, January 2001. **Sugar Cane (*Saccharum officinarum*, L.) as a Substitute for Corn Silage (*Zea mays*) in Diets for Milking Cows.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Robledo de Almeida Torres.

This work was carried out at the Department of Animal Science of Federal University of Viçosa to evaluate the replacement of corn silage by sugar cane in diets for milking cows on the following characteristics: milk production and composition, live weight, intake and apparent digestibility of nutrients, rumen fluid pH and ammonia concentration (N-NH₃), rumen passage rate (RPR) of digesta and economic viability of the diets. Twelve Holstein and crossbred Holstein-Zebu milking cows, with potential yield of 5.000 to 7.000Kg of milk per lactation, were distributed in three 4X4 balanced latin square. The animals were maintained in individual stalls, where they were fed *ad libitum* diets with forage:concentrate ratio of 60:40 twice a day during the 84 experimental days. The treatments consisted of four levels of corn silage substitution by sugar cane: 0; 33.3; 66.6 and 100%, based on dry matter (DM). The diets were balanced to attend the requirements of crude protein (CP), rumen degradable protein (RDP), ether extract (EE), total digestible nutrients (TDN), A vitamin, macrominerals and trace minerals, proposed by NRC (1989) and neutral detergent fiber (NDF), proposed by MERTENS (1996). Milk production and feed intake were evaluated during the last week of each experimental period that consisted of 21 days.

Rumen fluid was collected by esophageal tube and pH and ammonia concentrations were measured immediately before feeding and at 2, 4 and 6 hours after feeding. In order to calculate RPR, 20g of chromium oxide (Cr_2O_3) were infused into the rumen by a tube, which were provided in single dose, following by feces collection in different times. The animals were weighted in the beginning and in the end of each experimental period. The internal marker indigestible acid detergent fiber (IADF) was used to determine nutrients digestibilities. Economic viability was determined from feeding costs and incomes obtained from milk sale. Milk productions were 24.17; 23.28; 22.10 and 20.36Kg/day and corrected 3.5% fat milk productions (CMP) were 27.00; 24.98; 24.36 and 21.41Kg/day to the levels 0; 33.3; 66.6 and 100% of sugar cane in corn silage replacement, respectively. There was no difference in milk composition. Diets intakes, based on dry matter (DM), were 177.90; 169.42; 165.69 and 156.80g/Kg^{0.75} when levels of sugar cane increased in the diets, so, there was a linear reduction that caused smaller intakes of minerals, organic matter (OM), TDN, CP, EE, carbohydrates (CHO), NDF and acid detergent fiber (ADF). The substitution did not affect DM, OM and CP digestibilities. NDF digestibility decreased while non fiber carbohydrates (NFC) digestibility increased. Rumen fluid pH was not influenced by the diets, presenting quadratic profile in function of the time after feeding. Ruminal ammonia concentrations presented quadratic profiles in function of the diets and time. RPR decreased and middle total retention time (MTRT) increased to the extent that sugar cane substituted corn silage. The feeding costs reduced, on R\$/day: 4.79; 4.33; 4.00 and 3.58, as well as the incomes, on R\$/day: 8.32; 7.60; 6.55 and 5.63, and profits, on R\$/day: 3.53; 3.27; 2.55 and 2.05 to the levels 0; 33.3; 66.6 and 100% of sugar cane, respectively. In spite of this, the level of 33.3% of sugar cane in corn silage replacement was technical and economically viable while the levels 66.6 and 100% of substitution were not viable.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação dos sistemas de produção de leite tem como principais desafios a produção de alimentos volumosos de alto valor nutritivo, o desenvolvimento de sistemas alternativos de produção de forragens no período crítico do ano e de sistemas eficientes de conservação de forragens e alimentação de vacas de alta produção (MATOS, 1995).

Dentre os diversos fatores responsáveis por uma exploração leiteira eficiente, destaca-se a alimentação adequada, o que possibilita que o animal expresse todo o seu potencial genético (SCHIFFLER et al., 1999).

Diversas alternativas alimentares para vacas em lactação têm sido estudadas. Dentre elas, a silagem de milho apresenta-se como excelente recurso, devido a sua alta produtividade e conteúdo energético. Entretanto, este é um volumoso que exige demanda considerável em recursos técnicos e financeiros.

A cana-de-açúcar aparece como uma alternativa mais produtiva e com menor custo por unidade de massa produzida. Contudo, apesar dos diversos estudos já conduzidos visando seu emprego na alimentação de ruminantes, o seu valor nutricional é, ainda, objeto de muitas indagações (RODRIGUES et al., 1992).

O momento atual pelo qual passa a pecuária de leite no Brasil, indica a necessidade de intensificação dos sistemas de produção e redução dos custos de produção de leite. Na composição destes, a alimentação do rebanho pode

representar de 40 a 60% dos custos totais da atividade (GALLIGAN e FERGUSON, 1991).

A avaliação da composição das dietas de vacas leiteiras, exploradas em sistema intensivo, no Brasil, mostra que as silagens de milho e de sorgo são os volumosos mais utilizados (NUSSIO, 1993). A associação da cana-de-açúcar com a silagem de milho ou a substituição total desta pode reduzir os custos de alimentação de vacas em lactação, sem contudo, haver comprometimento nos níveis de produção.

A maioria dos trabalhos até hoje conduzidos, em que a cana-de-açúcar foi utilizada como recurso volumoso em dietas para vacas leiteiras, limitaram o seu uso para animais de baixa produção (CASTRO et al., 1967; NAUFEL et al., 1969; NOGUEIRA FILHO et al., 1977, BIONDI et al., 1978; BOIN et al., 1983a; BOIN et al., 1983b; PAIVA et al., 1991). Exceções foram os trabalhos de STANLEY e SPIELMAN (1984), PEIXOTO (1992) e de VALVASORI et al. (1995), que obtiveram produções em torno de 24, 16 e 18Kg de leite/dia, respectivamente.

Face a isto, conduziu-se este trabalho objetivando-se avaliar o consumo, a produção e composição do leite e a variação do peso vivo de vacas em lactação, com produções médias diárias acima de 20Kg de leite, que receberam 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho, na matéria seca (MS), na forma de dietas completas. Avaliaram-se também o pH e a concentração de amônia do líquido ruminal, a digestibilidade aparente dos nutrientes, bem como a taxa de passagem da digesta ruminal e a economicidade das dietas utilizadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Consumo

O problema mais frequente a ser resolvido em rebanhos de alta produção de leite, é a inabilidade dos animais em consumir alimentos em quantidade suficiente para atender as exigências de altos níveis de produção, ou seja, o consumo de alimentos é o principal fator limitante para obtenção de performance máxima (MATTOS, 1993).

A quantidade de matéria seca (MS) ingerida por uma vaca depende de muitas variáveis que incluem peso corporal, nível de produção de leite, estágio de lactação, condições ambientais, fatores sociais e de manejo, histórico alimentar, condição corporal, tipo e qualidade dos ingredientes alimentares, particularmente as forrageiras (NRC,1989). Destes, a característica da dieta talvez seja o fator mais importante a ser considerado, quando se deseja atingir altos níveis de consumo (MATTOS, 1993).

De acordo com o NRC (1989), se vacas não consomem a quantidade de MS requerida e a concentração energética não for aumentada, o consumo de energia ficará aquém do requerido e resultará em perda de peso, redução na produção de leite ou ambos.

Segundo PRESTON (1982), quando o consumo voluntário é baixo, o *turnover* do fluido ruminal também é baixo. Isto reduz a eficiência de crescimento microbiano, ou melhor, a síntese de proteína microbiana (Bergen, 1979; citado por PRESTON, 1982).

Se o *turnover* do fluido ruminal for lento e houver um constante suprimento de ácidos graxos voláteis (AGVs) como substrato, a população de bactérias capazes de realizar fermentações secundárias pode aumentar (ROWE et al., 1979). Isto fará com que os requerimentos de manutenção representem uma grande proporção da energia metabolizável consumida, gerando pobre eficiência de conversão alimentar (Forbes, 1995; citado por DETMANN, 1999). Então ocorre a síndrome da baixa performance causada por um baixo consumo voluntário e uma baixa eficiência alimentar (PRESTON, 1982).

As forrageiras tropicais, principalmente as gramíneas do grupo C₄, apresentam fibra mais resistente ao ataque dos microrganismos ruminais, maior tempo de permanência no rúmen e consumo voluntário reduzido (MATOS, 1995). RODRIGUES (1999) relatou que o baixo consumo voluntário da cana-de-açúcar está associado à baixa degradação de sua fibra no rúmen, o que provoca acúmulo de fibra não digerível neste compartimento, limitando assim o consumo pelo enchimento. DIETZ et al. (1997) encontraram que a degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar no rúmen de bovinos, iniciou-se após 24 horas de incubação *in situ*.

Contudo, VALVASORI et al. (1998b), trabalhando com silagem de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo granífero, e farelo de algodão mais ração concentrada, obtiveram consumos diários das dietas, com base na MS, de 3,05; 2,97 e 2,80%PV, de proteína bruta (PB) 2,09; 1,91 e 1,94Kg e de nutrientes digestíveis totais (NDT) 8,17; 8,79 e 8,03Kg, para os níveis 0; 50 e 100% de substituição, respectivamente, não havendo diferenças entre os tratamentos.

2.2. Digestibilidade e indicadores

O conteúdo energético de muitos alimentos utilizados para ruminantes está fortemente relacionado com a digestibilidade dos nutrientes contidos neles (KITESSA et al., 1999). A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala os seus nutrientes (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979).

A determinação da digestibilidade é reconhecidamente a primeira aproximação na obtenção das estimativas dos parâmetros do valor nutritivo dos alimentos (PIAGGIO et al., 1991).

Wilkins (1969), citado por PENNING e JOHNSON (1983a), definiu digestibilidade potencial como sendo a máxima digestibilidade alcançável quando as condições e a duração da fermentação não são fatores limitantes.

KITESSA et al. (1999) citaram como fontes de variação da digestibilidade *in vivo*, o tamanho das partículas, o nível de consumo, os efeitos associativos entre os alimentos que compõem a dieta, tratamentos químico e físico, espécie e idade do animal.

VALADARES FILHO (2000) comenta que os indicadores internos são constituintes naturais dos alimentos ou dietas, o que resulta em menor custo, menos trabalho e menor interferência no animal, além da facilidade nas análises químicas. Além disso, os problemas relativos às variações na excreção fecal dos indicadores são bastante reduzidos (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). Ressalta-se que uma importante característica de um indicador é a sua resistência à digestão durante a exposição ao trato gastrointestinal.

Segundo PIAGGIO et al. (1991), a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) constitui um indicador interno promissor, apesar de apresentar algumas limitações metodológicas. COCHRAN et al. (1986) citaram que houve pouca ou nenhuma digestão da FDAi (seis dias de fermentação *in vitro*) para duas do total de quatro dietas utilizadas. De acordo com LIPPKE et al. (1986), tanto o alimento como as fezes apresentam valores acurados dos elementos indigestíveis, quando incubados por 144 horas.

PENNING e JOHNSON (1983b), usando FDAi como indicador interno, obtiveram boas estimativas da digestibilidade da matéria orgânica. Porém, os mesmos autores ressaltaram a necessidade de mais pesquisas.

BERCHIELLI et al. (1996) determinaram as digestibilidades da MS, utilizando quatro indicadores internos e os resultados foram comparados com a coleta total de fezes. Os autores concluíram que os indicadores fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), FDAi e lignina, quando incubados por um período de 144 horas, apresentaram resultados semelhantes aos obtidos pelo método da coleta total.

VALADARES FILHO (2000), a partir da análise de diversos trabalhos, sugere o uso da FDAi como indicador interno para os estudos de digestibilidade.

2.3. Alimentação e desempenho animal

O suprimento adequado de leite para atender a grande demanda do mercado futuro vai depender da modernização, com intensificação dos sistemas de produção (MATOS, 1995). Diante disto, a pecuária leiteira nacional tem se direcionado para a adoção de sistemas mais eficientes, com o uso de animais mais produtivos e de dietas balanceadas à base de rações concentradas e volumosas de boa qualidade (OLIVEIRA, 1998).

Segundo MATOS (1995), a intensificação dos sistemas de produção de carne e leite no Brasil tem como principais desafios a produção de alimentos volumosos de alto valor nutritivo, o desenvolvimento de sistemas alternativos de produção de forragens no período crítico do ano e de sistemas eficientes de conservação de forragens e alimentação de vacas de alta produção.

Dentre os diversos fatores responsáveis por uma exploração leiteira eficiente, destaca-se a alimentação adequada, o que possibilita que o animal expresse todo o seu potencial genético produtivo (SCHIFFLER et al., 1999). Neste sentido, a qualidade dos alimentos volumosos é apontada frequentemente

como o aspecto mais limitante à produtividade animal (NUSSIO e MANZANO, 1999).

Diversas alternativas alimentares para vacas em lactação têm sido estudadas, com o objetivo de reduzir os efeitos adversos da escassez de forragens no período crítico do ano (PAIVA et al., 1991). Estas alternativas baseiam-se na utilização de cana-de-açúcar (NAUFEL et al., 1969; PAIVA et al., 1991), de forragens conservadas (PAIVA et al., 1991; MORA et al., 1996) ou pela associação destes volumosos (CASTRO et al., 1967; NOGUEIRA FILHO et al., 1977; BIONDI et al., 1978; VALVASORI et al., 1998b).

No Brasil, a cada ano, é maior o número de produtores que utiliza a silagem de milho como recurso forrageiro. Nos sistemas confinados, ela apresenta-se como o principal volumoso utilizado. Nos demais sistemas, no período de escassez de pastagens, a suplementação volumosa também é feita à base deste volumoso. Devido à sua alta produtividade, à facilidade de fermentação, à palatabilidade e ao seu conteúdo energético, a silagem de milho é um alimento de grande importância e excelente qualidade para os rebanhos leiteiros de alta produção (VILELA, 1999).

Contudo, sua confecção e armazenamento exigem máquinas e construções apropriadas, que elevam o seu custo de produção, bem como orientação técnica capacitada. Isto ocorre porque a dificuldade da determinação correta do ponto de colheita, processos de ensilagem excessivamente demorados, práticas de enchimento e vedação do silo inadequadas, bem como a abertura e descarregamento do silo sem critérios, além de outros fatores, resultam na obtenção de silagens de baixa qualidade (NUSSIO, 1991). Com isto, verifica-se um pequeno número de produtores fazendo o uso da ensilagem corretamente (NUSSIO, 1993).

De acordo com VILELA (1999), para maximizar a produção de leite usando dietas que incluem a silagem de milho, torna-se necessária a compreensão dos fatores que afetam o seu valor nutritivo, bem como o balanceamento das dietas de maneira a combiná-la com os demais ingredientes.

A alta produtividade, da ordem de 20 a 30 ton de MS/ha, bem como a disponibilidade na época seca do ano com uma digestibilidade em torno de 55 a 60% sugerem a possibilidade do emprego mais racional da cana-de-açúcar, na alimentação de bovinos leiteiros, em grande parte do território nacional (AROEIRA et al., 1993). Apesar disto, o seu valor nutricional constitui ainda objeto de muitas indagações (RODRIGUES et al., 1992).

A idéia de aproveitar a cana-de-açúcar como forragem para alimentação de vacas leiteiras é muito antiga (NOGUEIRA FILHO et al., 1977). Na verdade, desde 1893 já existem relatos de seu aproveitamento na alimentação de ruminantes (Peixoto, 1964; citado por NOGUEIRA FILHO et al., 1977). Segundo Correa et al. (1962), citados por CASTRO et al. (1967), a cana-de-açúcar, cultivada no Brasil desde a época da Colônia, foi a primeira forrageira de corte a ser utilizada na alimentação de bovinos durante o período da seca.

No Brasil, Athanassof (1940), citado por NAUFEL et al. (1969), desenvolveu um dos primeiros trabalhos de pesquisa sobre a utilização da cana-de-açúcar como alimento volumoso para vacas em lactação. Comparando a cana-de-açúcar com capim e raízes de mandioca, o autor encontrou uma menor produção de leite e um maior ganho de peso para os animais tratados com cana-de-açúcar.

Outro trabalho pioneiro no país foi desenvolvido por Jardim et al. (1951), citados por LIMA e MATTOS (1993). Eles compararam a cana-de-açúcar, variedade "taquara" e silagem de milho, suplementadas com 1,0Kg de concentrado para cada 3,0Kg de leite produzidos. Os resultados deste experimento mostraram superioridade da silagem de milho para a produção de leite, enquanto houve maior ganho de peso para os animais que receberam cana-de-açúcar. Mesmo assim, os autores concluíram que a cana-de-açúcar foi melhor, devido ao seu menor custo de produção.

Posteriormente, vários trabalhos realizados durante a década de 60 e início da década de 70 encontraram resultados negativos sobre o valor alimentício da cana-de-açúcar, principalmente por não considerarem suas

limitações nutricionais, que fizeram com que a maioria dos nutricionistas não a recomendassem para a alimentação de bovinos (BOIN e TEDESCHI, 1993).

Muitos autores, dentre os quais Blaxter (1962) e Phillips (1965), citados por NAUFEL et al. (1969), mencionaram que a digestão da celulose é deprimida quando o ruminante ingere grandes quantidades de alimentos ricos em açúcares facilmente digeríveis.

De acordo com NAUFEL et al. (1969), os altos teores de açúcares e lignina e baixo teor em proteína estão entre as causas da baixa eficiência da cana-de-açúcar como alimento para vacas em lactação. Estes mesmos autores concluíram que a cana-de-açúcar não deve ser recomendada para gado leiteiro como volumoso exclusivo, devido aos resultados negativos quanto à produção e perda de peso dos animais, quando comparada à silagem de milho, de sorgo e de capim-elefante.

BIONDI et al. (1978), em trabalho de níveis de substituição de silagem de milho pela cana-de-açúcar para vacas lactantes, concluíram que a cana-de-açúcar pode ser recomendada em substituição parcial, quando a disponibilidade exigir, desde que a suplementação com rações concentradas seja feita adequadamente.

Para PRESTON e LENG (1978), os resultados obtidos e ainda não satisfatórios seriam uma decorrência dos seguintes fatores: pouco conhecimento quanto à natureza e ao nível da suplementação, baixa degradabilidade da fibra, baixo teor de compostos nitrogenados para a síntese de proteína microbiana, insuficiência de proteína não degradada no rúmen (PNDR) e falta de compostos gliconeogênicos.

PRESTON e LENG (1984) classificaram alguns alimentos baseando-se no potencial de fornecimento de proteína e amido não degradados no rúmen. Observa-se nessa classificação, que os grãos de milho e o farelo de polidura de arroz receberam a classificação máxima como fornecedores de compostos gliconeogênicos, e o farelo de algodão e a farinha de peixe, a classificação máxima como fornecedores de PNDR. Destaca-se também a posição do farelo de soja como fornecedor de PNDR e de compostos gliconeogênicos.

Baseados nestas características dos alimentos é que pesquisadores passaram então a testar as diferentes fontes em diferentes níveis nas dietas à base de cana-de-açúcar e observaram aumento no consumo e no desempenho por parte dos animais (SILVA, 1993).

Alguns dados de degradação efetiva da proteína bruta obtidos *in situ* para vários alimentos disponíveis no Brasil, foram apresentados por VALADARES FILHO (1995). Os cereais e subprodutos destes cereais são disponíveis nas principais bacias leiteiras do país, para serem usados como suplementos de características desejáveis para utilização em dietas à base de cana-de-açúcar.

Conhecendo-se a necessidade de suplementação de ácidos graxos de cadeia longa, em dietas para vacas em lactação de alta produção, na lista de PRESTON e LENG (1984) poderiam ser incluídas fontes suplementares de lipídios, como os grãos de soja e caroço de algodão, pelas suas grandes disponibilidades no Brasil (LIMA e MATTOS, 1993), mesmo considerando suas limitações como fornecedores de PNDR (VALADARES FILHO, 1995).

STANLEY e SPIELMAN (1984) avaliaram dietas à base de cana-de-açúcar, em dois experimentos, para vacas em lactação. No primeiro, eles obtiveram produção de leite de 24,59Kg/dia e produção corrigida para 4% de gordura de 19,48Kg/dia. Os animais consumiram aproximadamente 5,45Kg de MS/dia de volumoso e 12,05Kg de MS/dia de ração concentrada. No segundo experimento, as produções de leite corrigida ou não, foram 17,78 e 22,82Kg/dia, respectivamente. O consumo médio diário de MS de cana-de-açúcar foi de 7,32Kg, enquanto o de ração concentrada foi de 8,86Kg. Entretanto, os autores não mencionaram a variação de peso vivo dos animais.

PEIXOTO (1992), ao avaliar o efeito da inclusão do complexo ácido graxo-cálcio em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas em lactação, obteve produções médias de leite de 16,73 e 16,59Kg/dia e consumos de MS total de 154,34 e 141,65g/Kg^{0,75}, para as dietas com e sem aditivo, respectivamente. VALVASORI et al. (1995) relataram que, atendidas todas as exigências nutricionais, a cana-de-açúcar como único volumoso é adequada para a alimentação de vacas com produções médias diárias de 18Kg de leite.

2.4. Parâmetros ruminais

As condições ecológicas dentro do rúmen devem ser mantidas dentro de limites para que o crescimento e metabolismo microbiano sejam normais (VAN SOEST, 1994).

O nível de consumo, o tempo após a alimentação, a natureza da dieta e a salivacão têm efeito direto sobre o pH do rúmen (QUEIROZ et al., 1998b), sendo o pH controlado principalmente pela alta capacidade tamponante da saliva e pela remoção dos AGVs a partir da absorção destes pelo epitélio ruminal (VAN SOEST, 1994). Os valores mais baixos, usualmente, ocorrem 2 a 3 horas após a alimentação (Pande e Shukla, 1981, citados por LAVEZZO, 1986) e estas variações são consideradas resultantes de mudanças nas concentrações dos AGVs, bem como na quantidade de saliva produzida.

A faixa de pH para que haja atividade normal no rúmen é de $6,7 \pm 0,5$ (VAN SOEST 1994). Mould e Orskov (1984), citados por QUEIROZ et al. (1998a) relataram que, quando o pH cai de 6,6 para 6,2, ocorre diminuição da atividade das bactérias celulolíticas e em pH menor ou igual a 6,0, a atividade é totalmente inibida.

Em condições adversas e extremas, o pH ruminal pode chegar a 5,0 e, neste ponto, pode ocorrer uma série de transtornos para os microrganismos do rúmen e para o animal hospedeiro (QUEIROZ et al., 1998a).

O aparecimento de amônia ($N-NH_3$) no rúmen pode ser resultante de compostos nitrogenados não protéicos, da degradação de proteínas dietéticas e da proteína microbiana proveniente da lise dos microrganismos (VIEIRA, 1980). A amônia por si mesma não apresenta nenhum valor nutricional para o animal, a não ser que seja transformada em proteína microbiana (CHALUPA e SNIFFEN, 1991).

As concentrações de amônia no rúmen são frequentemente utilizadas como indicadores do metabolismo dos compostos nitrogenados, com particular referência à degradação da proteína (EZEQUIEL et al., 2000), sendo a amônia, a principal fonte de nitrogênio para a síntese protéica (WALLACE et al., 1997).

Segundo RUSSELL et al. (1992), os microrganismos ruminais podem ser divididos em dois grandes grupos, quanto à fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana: um primeiro que degrada carboidratos estruturais e utiliza exclusivamente amônia e outro que degrada carboidratos não estruturais e utiliza 66% de nitrogênio oriundo de aminoácidos e peptídeos e 34% de nitrogênio de amônia.

Devido ao consumo de MS estar associado à taxa de extensão da digestão da fibra no rúmen, considerações para a otimização do consumo por vacas em lactação evidenciam, dentre outros fatores, as manutenções do pH do rúmen no valor de 6,0 ou superior, das concentrações de amônia acima de 3,3mg/dL e a seleção de ingredientes que apresentem rápidas taxas de digestão da fibra no rúmen (HOOVER, 1986).

De acordo com HOOVER (1986), alguns estudos demonstraram taxas máximas de crescimento microbiano ou digestão da matéria orgânica (MO) em concentrações de amônia em torno de 1 a 6 mg/dL. Entretanto, segundo o mesmo autor, vários outros estudos associaram as concentrações de amônia com o máximo fluxo microbiano ou fermentação, variando de 6 a 76mg/dL.

SATTER e SLYTER (1974) mostraram, a partir de estudos *in vitro*, que concentrações de amônia superiores a 5mg/dL de fluido ruminal representam um excesso que não é utilizado para a síntese de proteína microbiana.

A elevação das concentrações de amônia ocorre logo após a ingestão de alimento, alcançando um máximo, no geral, após 1 a 2 horas (Pande e Shukla, 1981, citados por LAVEZZO, 1986). Porém, o tipo, quantidade e forma de fornecimento do alimento influenciarão nos valores de amônia, devido, dentre outros fatores, às diferentes quantidades de nitrogênio solúvel e da presença de proteínas com diferentes taxas de degradação potencial.

NOGUEIRA FILHO et al. (1977) comentaram que o alto teor de sacarose presente na cana-de-açúcar, provoca redução do pH do rúmen, prejudicando principalmente as bactérias celulolíticas e favorecendo a proliferação de bactérias fermentadoras de lactatos e *Streptococcus bovis* que conseguem desenvolver-se em meio mais ácido.

Entretanto, segundo Franzolin (1988), citado por VALVASORI et al. (1996), dietas à base de cana-de-açúcar têm demonstrado aumento no valor do pH ruminal, talvez pela maior salivação dos animais. Isto pode ser comprovado em diversos trabalhos posteriores (LUDOVICO e MATTOS, 1997; DIETZ et al., 1997).

RODRIGUES et al. (1992), ao avaliarem o efeito da uréia e do sulfato de cálcio na digestibilidade da cana-de-açúcar por ovinos, encontraram valores de pH ruminal, obtidos por meio de sonda esofágica, da ordem de 6,7. Silvestre et al. (1977), citados por RODRIGUES et al. (1992) encontraram valores maiores, em bovinos alimentados com cana-de-açúcar e uréia. DIETZ et al. (1997), em estudo da degradabilidade ruminal da fibra da cana-de-açúcar em bovinos fistulados no rúmen, encontraram valores de pH ruminal da ordem de 6,8.

LUDOVICO e MATTOS (1997) encontraram valores mínimos de pH e amônia iguais a 7,2 e 6,90mg/dL, respectivamente, para vacas fistuladas no rúmen, alimentadas com cana-de-açúcar e farelo ou sementes inteiras de algodão. VALVASORI et al. (1998) observaram que maiores quantidades de cana-de-açúcar nas dietas, em substituição à silagem de milho, não alterou o pH, nem tampouco as concentrações de nitrogênio amoniacal. Estes mesmos autores relataram também um aumento no número de protozoários ciliados totais.

No seu trabalho de revisão, LENG (1988) destacou que dietas à base de cana-de-açúcar proporcionam condições favoráveis ao crescimento de um grande número de protozoários. Os protozoários do rúmen apresentam um alto tempo de retenção e um baixo turnover, e a predação das bactérias ruminais por eles é responsabilizada por uma ineficiência aparente no rúmen (VAN SOEST, 1994). Como consequência, ocorre decréscimos na biomassa microbiana e no fluxo de energia e proteína a partir do rúmen. As baixas taxas de crescimento dos protozoários poderiam ainda estar associadas com altas taxas de uso de substratos para a manutenção e alta motilidade destes (LENG et al., 1981).

2.5. Taxa de passagem

Segundo VAN SOEST (1994), passagem ou trânsito refere-se ao fluxo de resíduos indigestíveis ao longo do trato digestivo. A partir da observação de que a passagem da digesta pelo trato gastrointestinal é uma função exponencial, Blaxter et al. (1956), citados por MERTENS e ELY (1979) e BRANDT e THACKER (1958) propuseram que a taxa de passagem poderia ser descrita matematicamente como um modelo sequencial com dois *pools* ou compartimentos de primeira ordem. BRANDT e THACKER (1958) sugeriram que um compartimento seria o retículo-rúmen e o outro seria o restante do trato digestivo.

Posteriormente, GROVUM e WILLIAMS (1973), propuseram, a partir da adaptação do modelo, que os compartimentos representavam o retículo-rúmen e o ceco e cólon proximal. Portanto, se um compartimento do modelo é a passagem pelo intestino grosso, então a taxa de passagem associada ao outro compartimento representa sua associação com a redução do tamanho das partículas e o escape a partir do rúmen.

Os conteúdos do rúmen podem ser visualizados em duas fases distintas: sólida e líquida, que apresentam fluxos também distintos. A fase líquida contém água, componentes dietéticos solúveis e nutrientes solubilizados pelos processos degradativos dos microrganismos ruminais, enquanto que a fração sólida contém materiais não degradados e indigestíveis e microrganismos aderidos (EVANS, 1981a).

Alguns fatores estão envolvidos no desaparecimento da partícula da digesta a partir do rúmen que são: solubilização a partir da ação dos microrganismos, formação de gases durante a conversão dos nutrientes dietéticos em células microbianas e escape de materiais sólidos (EVANS, 1981b). Para MERTENS e ELY (1982), a descrição do desaparecimento da digesta no trato gastrointestinal requer a integração dos processos de digestão e passagem dentro de um modelo associado.

A taxa na qual a digesta se move ao longo do trato gastrointestinal, a taxa de fermentação do alimento e a quantidade de MS consumida são os principais fatores que determinam o quanto de um determinado nutriente será digerido, absorvido e utilizado pelo animal (COLUCCI et al., 1982). Uma alteração em qualquer um destes três, geralmente muda os outros dois. Isto demonstra a relevância biológica da taxa de passagem.

A taxa de passagem é afetada pelo tipo de indicador utilizado, consumo diário de alimento, forma física da dieta e diferenças na ruminação entre animais (MERTENS e ELY, 1982). ALLEN e MERTENS (1988) relataram ainda a motilidade ruminal e a gravidade específica das partículas da digesta. Em virtude da série de fatores que interferem na taxa de passagem, ela pode ter uma grande amplitude, podendo variar de 1 a 10%/h (Eliman e Orskov, 1981; citados por QUEIROZ et al., 1998b). O ARC (1984), citado pelo AFRC (1993), considera a taxa de 8%/h para vacas com produção média diária maior do que 15Kg de leite, alimentadas com dietas mistas.

Um dos métodos para a mensuração da taxa de passagem é a administração de uma dose pulso de um indicador, seguida de frequentes coletas ao longo de um período de dias (VAN SOEST, 1994).

2.6. Custos

Muito se preconiza em termos de novas tecnologias para incremento das produções agrícola e pecuária. Diversos congressos e seminários tratam de difundir os resultados de pesquisas, mas muitas vezes não são considerados os custos implícitos na adoção de uma nova tecnologia. A avaliação do binômio custos/resultados deve, sempre, ser uma preocupação para aqueles que estudam e desenvolvem novos métodos de produção (GALAN et al., 1997). No processo administrativo da empresa rural, a redução dos custos unitários de produção e a consequente melhoria dos índices de eficiências técnica e econômica são metas centrais que devem ser alcançadas (COSTA, 1998).

Dentro da otimização da gerência da empresa leiteira, o controle dos custos com a alimentação torna-se um ponto chave, já que estes custos representam aproximadamente 40 a 60% do custo total de produção de leite e sendo assim, melhorias na eficiência alimentar refletirão diretamente em maiores lucros do sistema de produção (GALLIGAN e FERGUSON, 1991). Camargo (1993), citado por SCHIFFLER et al. (1999), considerou a elevação dos custos de produção como o fator responsável pelo abandono da atividade leiteira.

Segundo GOMES (2000), o custo de produção de leite é um instrumento importante para o empresário, na administração de seus negócios, para o governo, no estabelecimento de políticas e também para os representantes dos produtores, no encaminhamento de suas reivindicações.

Na atual conjuntura de extrema competição pela qual passa o mercado de leite, qualquer economia realizada pode significar a permanência do produtor no mercado (GOMES e ALVES, 1999). Desta forma, faz-se necessário o acompanhamento dos custos, para que o produtor não use tecnologias incompatíveis com o seu nível de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais. O município de Viçosa situa-se na Zona da Mata Mineira, a 650 m de altitude, 20°45'20" de latitude sul e 42°52'40" de longitude oeste. O tipo climático é Cwa, segundo classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.431mm, dos quais 85% ocorrem entre outubro e março. As médias de temperaturas máximas e mínimas são, respectivamente, 26,1 e 14,0°C (Serviço de Meteorologia do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV).

Foram utilizadas doze vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, com potencial de produção de 5.000 a 7.000 Kg de leite por lactação. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos, 4X4 balanceados, de acordo com o período de lactação, que foram, em média, de trinta e quatro, quarenta e nove e setenta e seis dias, para o primeiro, segundo e terceiro quadrados latinos, respectivamente, ao início do experimento. Trinta dias antes do parto, as vacas foram manejadas para apresentarem condição corporal ao parto de 3,5, na escala de 1 a 5 (FERREIRA, 1990).

Ao início do experimento, as vacas foram transferidas para as baias individuais, com bebedouro automático, onde receberam a alimentação fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas. Os animais foram soltos todos os

dias, das 11:00 às 14:00 horas, para exercitar e tomar sol em local com disponibilidade apenas de água.

Ao início e final de cada período experimental, que teve duração de 21 dias, realizaram-se as pesagens de cada vaca, para a avaliação da variação de peso vivo (VPV). Os pesos considerados foram as médias de duas pesagens diárias, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas, durante um dia.

Os animais receberam quatro dietas completas *ad libitum*, contendo 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. Foram utilizados no balanceamento das dietas, como alimentos concentrados, o milho, o farelo de soja, a uréia, o fosfato bicálcico, o calcário, o sal comum e o premix mineral. As dietas foram formuladas para atender as exigências de PB, proteína degradável no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), NDT, vitamina A, macro e microminerais, segundo o NRC (1989) e de FDN, segundo MERTENS (1996). Ao proceder o cálculo das dietas, objetivou-se que elas fossem isonitrogenadas e com o mesmo teor de nitrogênio não protéico (NNP).

A silagem de milho do experimento foi a mesma utilizada no sistema de produção do Setor de Bovinos de Leite. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a SP-801842. O corte da cana-de-açúcar foi realizado a cada três dias, tendo o material permanecido em local coberto e arejado, sendo picado somente no horário da alimentação.

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia, sendo as rações concentradas rigorosamente misturadas aos volumosos na proporção de 60:40, volumoso:concentrado, respectivamente, com base na MS, logo após as ordenhas. Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos ingredientes nas rações concentradas. As composições bromatológicas médias das rações concentradas, da silagem de milho e da cana-de-açúcar são apresentadas na Tabela 2, enquanto que as composições bromatológicas médias das quatro dietas são apresentadas na Tabela 3.

O consumo de alimentos foi monitorado diariamente, para que houvesse sobras de alimentos da ordem de 10%, com base na MS, as quais foram retiradas dos cochos duas vezes ao dia.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes nas rações concentradas utilizadas nas dietas, expressa na base da matéria seca.

Ingredientes (%)	Rações concentradas ¹			
	1	2	3	4
Milho	63,51	61,00	58,47	55,90
Farelo de soja	31,32	33,60	35,98	38,34
Uréia ²	2,32	2,63	2,94	3,24
Fosfato bicálcico	1,21	1,21	1,07	0,99
Calcário	0,71	0,64	0,61	0,60
Sal comum	0,91	0,91	0,91	0,91
Premix mineral ³	0,02	0,02	0,02	0,02

¹ As rações concentradas 1, 2, 3 e 4 foram utilizadas, respectivamente, nas dietas contendo 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

² Corresponde a mistura uréia:sulfato de amônio, na proporção de 9:1.

³ Composição do premix mineral: Sulfato de Zinco: 50,00%; Sulfato de Cobre: 41,66%; Sulfato de Cobalto: 2,78%; Selenito de Sódio: 2,78%; Iodato de Potássio: 2,78%.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina obtidos para as rações concentradas, a silagem de milho e a cana-de-açúcar.

Nutrientes	Rações concentradas ²				Silagem de milho	Cana-de-açúcar
	1	2	3	4		
MS (%)	87,60	87,60	87,60	87,60	28,57	30,97
MM ¹	5,52	5,45	5,59	5,44	4,36	2,42
MO ¹	94,47	94,54	94,40	94,55	95,63	97,57
PB ¹	28,09	29,52	31,67	34,60	6,78	2,26
NNP (%NT)	31,54	28,03	29,56	31,18	52,03	26,12
EE ¹	3,59	3,38	3,20	3,01	2,93	1,23
CHO ¹	62,80	61,65	59,54	56,95	85,93	94,09
FDN ¹	13,25	13,70	12,69	13,58	56,97	46,99
CNF ¹	49,52	47,92	46,82	43,34	28,93	47,07
FDA ¹	4,23	4,87	4,20	4,83	29,75	27,96
Lignina ¹	0,70	1,06	0,91	0,80	3,48	5,02

¹% na matéria seca.

² As rações concentradas 1, 2, 3 e 4 foram utilizadas, respectivamente, nas dietas contendo 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados como:

$$\%CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

e os nutrientes digestíveis totais (NDT) como:

$$NDT = PBD + 2,25EED + CHOD \text{ segundo SNIFFEN et al. (1992),}$$

em que:

PBD = proteína bruta digestível;

EED = extrato etéreo digestível;

CHOD = carboidratos digestíveis.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as quatro dietas experimentais.

Ítems	Dietas ²			
	0	33,3	66,6	100
MS (%)	53,63	53,14	52,66	52,18
MM ¹	4,83	4,41	4,08	3,63
MO ¹	95,16	95,58	95,91	96,37
PB ¹	15,31	14,97	14,93	15,19
NNP (%NT)	37,17	32,78	31,40	30,64
EE ¹	3,20	2,77	2,36	1,94
CHO ¹	76,66	77,85	78,63	79,24
FDN ¹	39,48	37,67	35,27	33,63
CNF ¹	37,17	40,16	43,34	45,58
FDA ¹	19,54	19,44	18,82	18,71
Lignina ¹	2,37	2,82	3,07	3,33
NDT ¹	68,76	68,19	63,98	61,80

¹ % na matéria seca.

² Correspondem aos níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca(%).

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro diário da produção de leite. Para o cálculo da produção média de leite, foram computados apenas o registro da última semana de cada período experimental. Para a determinação dos teores de gordura (G), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD) e proteína bruta (PB) do leite, foram coletadas duas amostras de leite, pela manhã e à tarde, no décimo primeiro e décimo oitavo dia de cada período experimental, que foram compostas com base na produção de leite de cada período.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura, foi calculada pela seguinte fórmula, segundo SKLAN et al. (1992):

$$\text{PLC} = (0,432 + 0,1625 \times G \text{ do leite}) \times \text{produção de leite em Kg/dia}$$

A determinação da gordura do leite foi feita diretamente com equipamento eletrônico "Milktest". Para a determinação do extrato seco total e do extrato seco desengordurado, utilizou-se a metodologia indireta segundo SILVA et al. (1997). A proteína bruta do leite foi determinada a partir da dosagem do nitrogênio total, pelo processo semimicro Kjeldahl, segundo SILVA (1990), $N \times 6,38$.

A digestibilidade foi determinada pelo indicador interno fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), com incubação *in situ* dos alimentos, sobras e fezes, durante um período de 144 horas. As coletas de fezes foram feitas diretamente no reto dos animais, duas vezes ao dia, durante os últimos cinco dias de cada período experimental. Ao final de cada período, as amostras foram pré-secas e feita uma amostra composta por animal e período.

Para a determinação do pH e da concentração de amônia ($N-NH_3$) do líquido ruminal, as amostras foram obtidas utilizando-se sonda esofágica, segundo ORTOLONI (1981). Esta técnica tem sido largamente utilizada para retirada de fluido ruminal em animais intactos (LAVEZZO, 1986). Foram coletadas amostras imediatamente antes da alimentação da manhã (zero hora) e 2, 4 e 6 horas após, no décimo segundo dia de cada período experimental.

Cada amostra totalizou aproximadamente 400mL de líquido ruminal, que foi filtrado em pano até completar cerca de 150mL para a determinação imediata do pH em potenciômetro digital. A partir deste filtrado, retirou-se uma alíquota de 40mL, na qual foi adicionado 1mL de ácido sulfúrico a 50% e em seguida congelada para determinação da amônia.

As concentrações de amônia do líquido ruminal foram determinadas por destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, segundo técnica de Fenner (1965), adaptada por VIEIRA (1980).

Para a determinação da taxa de passagem de sólidos, ao sétimo dia de cada período, foi fornecida uma única dose de 20g de óxido crômico (Cr_2O_3) para oito vacas. As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais e realizadas imediatamente antes do fornecimento do óxido crômico, e de três em três horas no primeiro dia, de seis em seis horas no segundo dia e de doze em doze horas nos três dias seguintes, perfazendo dezenove amostras de cada vaca, totalizando um período de cento e vinte horas de coleta.

Para o cálculo da taxa de passagem de sólidos e o tempo de retenção de sólidos no rúmen e nos intestinos, foi utilizado o modelo bicompartimental, proposto por GROVUM e WILLIAMS (1973), cuja expressão é a seguinte:

$$Y = Ae^{-k_1(t-TT)} - Ae^{-k_2(t-TT)} \text{ para } t > TT$$

em que:

$Y = 0$ para $t < TT$ em que Y é a concentração do indicador nas fezes; K_1 representa a taxa de passagem no rúmen; t é o tempo de amostragem do indicador; TT é o tempo calculado, em que o indicador aparece pela primeira vez nas fezes; A é biologicamente indefinido; e K_2 é considerado como a taxa de passagem pós-ruminal ou nos intestinos.

Para o cálculo do tempo médio de retenção total da digesta (TMRT), utilizou-se a fórmula descrita por HARTNELL e SATTER (1979):

$$TMRT = (TT + 1/K_1 + 1/K_2)$$

Os parâmetros do modelo foram estimados utilizando-se o procedimento de regressão não linear de Gauss-Newton, do programa SAEG, versão 7.0 (UFV, 1997).

O preparo das amostras dos alimentos, sobras e fezes e as análises da MS, MO, PB, EE, FDN, fibra em detergente ácido (FDA), lignina e minerais foram feitas segundo SILVA (1990). As análises de cromo foram feitas por

espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologia de WILLIAMS et al. (1962).

Para a determinação do NNP das rações concentradas e dos volumosos, utilizou-se o protocolo do Laboratório de Broderick (BRODERICK, 1997)(mimeografado).

Para avaliar a economicidade das dietas, considerou-se o custo com a alimentação dos animais e as receitas direta e indireta, representadas pela produção de leite (PL) mais o adicional de gordura do leite (acima de 3,1%G) e a variação de peso vivo dos animais, respectivamente.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa SAEG, versão 7.0 (UFV, 1997). Como tratamento é uma variável contínua (nível de substituição), os graus de liberdade deste efeito foram desdobrados em efeito linear, quadrático e cúbico. Analisada a significância, aos níveis de 1 e 5%, as equações obtidas foram usadas para determinar o melhor nível de substituição.

As variáveis consumo, digestibilidade, produção e composição do leite foram analisadas conforme o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl} \text{ sendo:}$$

Y_{ijkl} = Observação na vaca l , no período k , submetida ao tratamento j , no quadrado latino i ;

μ = efeito geral da média;

Q_i = efeito do quadrado latino i , sendo $i = 1, 2, 3$;

T_j = efeito do tratamento j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

$(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k , dentro do quadrado latino i , sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(V/Q)_{il}$ = efeito da vaca l , dentro do quadrado latino i , sendo $l = 1, 2, 3, 4$;

$Q \times T_{ij}$ = efeito da interação entre o quadrado latino i x tratamento j ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação $ijkl$;

$e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

A variável taxa de passagem foi analisada conforme o modelo acima, mas foram considerados apenas dois quadrados latinos, ou seja:

Q_i = efeito do quadrado latino \underline{j} , sendo $\underline{j} = 1, 2$;

Os dados de concentração de amônia e pH do líquido ruminal foram analisados por meio de um delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, em que os tratamentos foram as parcelas e os tempos de amostragem, as subparcelas. Para tanto, adotou-se o seguinte modelo:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + TB_{ij(\text{erro a})} + Te_k + T \times Te_{ik} + e_{ijk}$ sendo:

Y_{ijk} = observação no tempo \underline{k} , no bloco \underline{j} , do tratamento \underline{i} ;

μ = efeito geral da média;

T_i = efeito do tratamento \underline{i} , sendo $\underline{i} = 1, 2, 3, 4$;

B_j = efeito do bloco \underline{j} , sendo $\underline{j} = 1, 2, 3, \dots, 12$;

TB_{ij} = erro a;

Te_k = efeito do tempo \underline{k} , sendo $\underline{k} = 1, 2, 3, 4$;

$T \times Te_{ik}$ = efeito da interação entre o tratamento \underline{i} x o tempo \underline{k} ;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação \underline{ijk} ;

$e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo

Na Tabela 4 são apresentados os consumos médios dos nutrientes. Observa-se que os consumos de todos os nutrientes diminuíram ($P < 0,01$) à medida que a silagem de milho foi substituída pela cana-de-açúcar, exceto os consumos de lignina e de carboidratos não fibrosos ($P > 0,05$). Os maiores conteúdos de lignina e de carboidratos não fibrosos presentes na cana-de-açúcar explicam estes resultados.

As reduções nos consumos de MM, EE, NDT, FDN e FDA são consequência não só da menor ingestão de MS, com o aumento da utilização da cana-de-açúcar, como também das menores participações destes nas composições químicas das dietas, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 4 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e coeficientes de determinação (R^2) obtidos para os consumos diários de matéria seca (CMS), matéria mineral (CMM), matéria orgânica (CMO), nutrientes digestíveis totais (CNDT), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e lignina, em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.

Ítems	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso				ER	CV (%)	R^2
	0	33,3	66,6	100			
CMS (Kg/dia)	20,03	19,07	18,53	17,26	1**	6,43	0,98
CMS (% PV)	3,69	3,51	3,44	3,27	2**	6,58	0,98
CMS (g/Kg ^{0,75})	177,90	169,42	165,69	156,80	3**	6,51	0,98
CMM (Kg/dia)	0,97	0,84	0,76	0,63	4**	6,43	0,99
CMO (Kg/dia)	19,06	18,23	17,77	16,63	5**	6,73	0,97
CNDT (Kg/dia)	13,45	12,82	11,87	10,92	6**	9,23	0,99
CPB (Kg/dia)	3,18	2,99	3,02	2,85	7**	6,44	0,85
CEE (Kg/dia)	0,64	0,53	0,44	0,34	8**	6,78	1,00
CCHO (Kg/dia)	15,24	14,70	14,30	13,37	9**	7,00	0,97
CCNF (Kg/dia)	7,85	8,02	8,48	8,23	ns	7,07	
CFDN (Kg/dia)	7,38	6,67	5,82	5,15	10**	7,27	1,00
CFDN (% PV)	1,23	1,23	1,08	0,98	11*	20,46	0,90
CFDN (g/Kg ^{0,75})	65,56	59,30	52,05	46,81	12**	7,25	1,00
CFDA (Kg/dia)	3,68	3,48	3,15	2,92	13**	7,31	0,99
Clignina (Kg/dia)	0,52	0,52	0,50	0,46	ns	12,42	

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

1 $Y=20,0548-0,0265735X$

2 $Y=3,67622-0,0039336X$

3 $Y=177,506-0,201156X$

4 $Y=0,967276-0,0032829X$

5 $Y=19,0996-0,0238282X$

6 $Y=13,5446-0,0255483X$

7 $Y=3,15707-0,00286211X$

8 $Y=0,639795-0,00299494X$

9 $Y=15,3097-0,0179708X$

10 $Y=7,39243-0,022692X$

11 $Y=1,26509-0,00270902X$

12 $Y=65,4561-0,190523X$

13 $Y=3,70749-0,00793237X$

X = Nível de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Apesar dos menores consumos de MS obtidos com o aumento da utilização da cana-de-açúcar, eles podem ser considerados satisfatórios. Segundo Gooding (1982), citado por RODRIGUES (1999), variedades de cana-de-açúcar com menor teor de FDN e lignina permitem maior consumo em relação às contendo alto teor de FDN. A variedade utilizada, SP-801842, encontra-se segundo a Tabela de Pate e Coleman (1975) adaptada por RODRIGUES (1999), com valores considerados como médios a baixos, para FDN e lignina (47,00 e 5,02%, respectivamente).

É possível que os consumos elevados tenham sido consequência da suplementação com as rações concentradas, o que proporciona uma disponibilidade de substratos com diferentes taxas de degradação nas dietas, principalmente proteínas e carboidratos, favorecendo desta maneira, uma melhor digestão microbiana no rúmen.

No presente trabalho, o efeito depressivo da cana-de-açúcar no consumo das dietas não está relacionado com o teor de FDN das dietas, haja vista que este diminuiu com o aumento da proporção de cana-de-açúcar nas dietas. É provável que o efeito depressivo da cana-de-açúcar em dietas para ruminantes esteja relacionado com a baixa digestibilidade de sua fibra ou com a baixa taxa de digestão da fibra no rúmen (PRESTON, 1982).

ALLEN (1991) comentou que o consumo de MS varia, quando bovinos de leite consomem forragens de qualidades diferentes, independentemente da estratégia de alimentação, demonstrando que a digestibilidade da fibra exerce um grande efeito no consumo de MS. O consumo é uma função da fração indigestível da dieta (Conrad, 1966; citado por EVANS, 1981b).

Os consumos médios de FDN para as dietas com 0, 33,3 e 66,6% de substituição estão de acordo com MERTENS (1994), segundo o qual o consumo de $1,2 + 0,1\%PV$ maximiza a produção de leite corrigida para 4% de gordura. O consumo da dieta com 100% de cana-de-açúcar no volumoso foi inferior ao recomendado.

CASTRO et al. (1967), NAUFEL et al. (1969) e NOGUEIRA FILHO et al. (1977) também encontraram redução no consumo de MS de volumosos, ao substituírem parcialmente silagem de milho ou sorgo por cana-de-açúcar.

Vacas alimentadas com cana-de-açúcar consumiram menos MS do que vacas que receberam silagem de milho, no trabalho de PAIVA et al. (1991). Neste mesmo trabalho, os consumos médios diários de PB e NDT para as vacas que consumiram cana-de-açúcar foram, respectivamente, 83,81 e 89,16% das exigências estabelecidas pelo NRC (1978), enquanto as vacas alimentadas com silagem de milho ingeriram quantidades ligeiramente superiores às suas exigências.

VALVASORI et al. (1995), ao trabalharem com níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar para vacas com produções médias diárias em torno de 19Kg de leite, embora não tenham encontrado diferenças significativas no total de MS ingerida, encontraram diferenças quanto ao consumo de volumosos (12,10; 10,19 e 7,73Kg de MS/dia para os níveis de substituição de 0, 50 e 100%), justificando que o maior teor de lignina presente na cana-de-açúcar deve ter afetado o consumo da mesma.

No presente trabalho, observa-se que as vacas ajustaram, aproximadamente, suas produções aos consumos de NDT e PB, ou seja, para as produções obtidas, os consumos de todas as dietas atenderam às exigências de NDT e PB, segundo o NRC (1989), conforme a Tabela 5. Entretanto, à medida que se aumentou o nível de cana-de-açúcar no volumoso, ocorreu uma redução e conseqüentemente um déficit de consumo de NDT em relação à produção de leite esperada de 24Kg/dia.

VALVASORI et al. (1998b) não observaram diferenças nos consumos de MS, PB e NDT, ao substituírem silagem de sorgo granífero por silagem de cana-de-açúcar, em dietas para vacas em lactação, que atenderam aos requerimentos do NRC (1989). Os consumos de MS corresponderam a 3,05; 2,97 e 2,8%PV para os níveis de 0, 50 e 100% de substituição.

Tabela 5 - Estimativas dos consumos médios diários de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de proteína bruta (PB), exigências em relação à produção de leite esperada de 24Kg/dia e às produções observadas e diferenças, para uma vaca pesando 550Kg de peso vivo.

Dieta	NDT (Kg/dia)				PB (Kg/dia)			
	Ingerida	Produção	Produção	Diferença	Ingerida	Produção	Produção	Diferença
s ¹	o ²	o ³	o ⁴	a ⁵	2	o ³	o ⁴	a ⁵
0	13,45	12,09	12,09	1,36	3,18	2,65	2,65	0,53
33,3	12,81	12,09	11,48	1,33	2,99	2,65	2,48	0,51
66,6	11,87	12,09	11,30	0,57	3,02	2,65	2,43	0,59
100	10,92	12,09	10,41	0,51	2,85	2,65	2,18	0,67

¹ Correspondem aos níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

² Quantidades de NDT e PB ingeridas.

³ Necessário para produção de 24Kg de leite/dia, segundo o NRC (1989).

⁴ Necessário para produção de leite observada, segundo o NRC (1989).

⁵ Diferença = 2-4

4.2. Digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes encontram-se na Tabela 6. Não foram observadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB ($P > 0,05$). Entretanto, os coeficientes de digestibilidade do EE e FDN diminuíram linearmente ($P < 0,01$) e o dos CHO também diminuiu linearmente ($P < 0,05$), com o aumento da proporção de cana-de-açúcar nas dietas, enquanto o do CNF aumentou linearmente ($P < 0,01$).

O maior conteúdo de lignina presente na cana-de-açúcar pode ter afetado o coeficiente de digestibilidade da FDN das dietas. Segundo HOOVER (1986), a concentração e forma como a lignina está presente nas forragens podem ser parcialmente responsáveis pelas diferenças na digestão da fibra entre vários alimentos.

Tabela 6 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de variação e coeficientes de determinação (R^2) obtidos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCHO), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF).

Ítems	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso				ER	CV (%)	R^2
	0	33,3	66,6	100			
CDMS	66,68	67,20	65,22	64,45	ns	4,68	
CDMO	68,16	68,58	66,76	65,93	ns	4,52	
CDPB	68,30	68,82	66,94	67,35	ns	4,03	
CDEE	79,79	78,70	71,11	70,37	1**	12,08	0,88
CDCHO	70,28	65,99	66,23	65,57	2*	12,38	0,67
CDFDN	45,09	40,82	30,17	20,45	3**	20,38	0,97
CDCNF	88,74	90,87	91,46	94,32	4**	1,82	0,95

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

1 $Y=80,3733-0,107526X$

3 $Y=46,8201-0,253797X$

2 $Y=69,1012-0,041603X$

4 $Y=88,7579+0,0519492X$

X = Nível de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Em estudo realizado por PATE (1981), com duas variedades de cana-de-açúcar utilizadas nas dietas de bovinos em crescimento, não foram encontradas diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB (63,8 vs 63%; 63,2 vs 63,4% e 53,9 vs 52,9%, respectivamente), para as variedades CP 59-73 e CP 68-1026. No entanto, a dieta formulada com a variedade CP 59-73 apresentou coeficientes de digestibilidade superiores para FDN e FDA (39,4 vs 34,7% e 32,6 vs 27,2%) em relação à CP 68-1026. Segundo o autor, estes resultados evidenciam uma baixa digestibilidade da fração fibrosa da cana-de-açúcar, quando comparada a outras gramíneas forrageiras.

BOIN et al. (1983a) determinaram os coeficientes de digestibilidade da silagem de milho e cana-de-açúcar, em bovinos, acrescidas de dois níveis de

concentrados (14 e 40% da dieta) e farelo de soja para elevar o teor de PB dos volumosos para 13%. Os autores não observaram efeitos do tipo de volumoso e nível de concentrado para os CDMS (65,34; 64,63; 67,10 e 65,27%) e CDMO (69,24; 66,03; 71,22 e 70,70%), em ambos os tratamentos. O tipo de volumoso influenciou os CDFB (56 vs 41,7%), CDEE (82,7 vs 74,9%) e CDCNF (68,6 vs 74,4%), respectivamente, para as dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar. Os conteúdos de NDT (67,80; 67,10; 68,10 e 66,30%) não foram afetados significativamente nem pelo tipo de volumoso e nem pelo nível de concentrado.

LUDOVICO e MATTOS (1997) avaliaram dietas à base de cana-de-açúcar e farelo ou caroço de algodão para bovinos, utilizando uma relação volumoso:concentrado de 66,3:33,7. Os CDMS estiveram entre 64 e 68% e os CDMO entre 65 e 69%, valores ligeiramente acima dos resultados obtidos no presente trabalho. Porém, os níveis de consumo eram inferiores (70 a 104g/Kg^{0,75}) e o CDFDN esteve muito acima (40 a 49%).

MAYER et al. (1997) encontraram CDMS, CDMO e CDPB de dietas à base de silagem de milho muito abaixo dos resultados do presente trabalho. Os coeficientes de digestibilidade foram 46,6; 49,7 e 50,1%, respectivamente.

4.3. Produção e composição do leite

As produções médias diárias (Kg/dia) e a composição do leite encontram-se na Tabela 7. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura ou não, diminuíram linearmente à medida que a cana-de-açúcar foi incluída nas dietas ($P < 0,01$), conforme pode ser observado na Figura 1, enquanto que os componentes do leite não foram influenciados ($P > 0,05$).

PAIVA et al. (1991) também encontraram produções sem correção e corrigidas para 4% de gordura 16,6 e 22,3% menores no tratamento com cana-de-açúcar em relação ao contendo silagem de milho. Os autores não encontraram diferenças para os teores de gordura, proteína e extrato seco desengordurado do

leite. Entretanto, obtiveram percentagem mais elevada do extrato seco total no leite das vacas alimentadas com silagem de milho.

Tabela 7 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV), e coeficientes de determinação (R^2) para as produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura (PLC) ou não (PL) e teores de gordura (G), proteína bruta (PB), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.

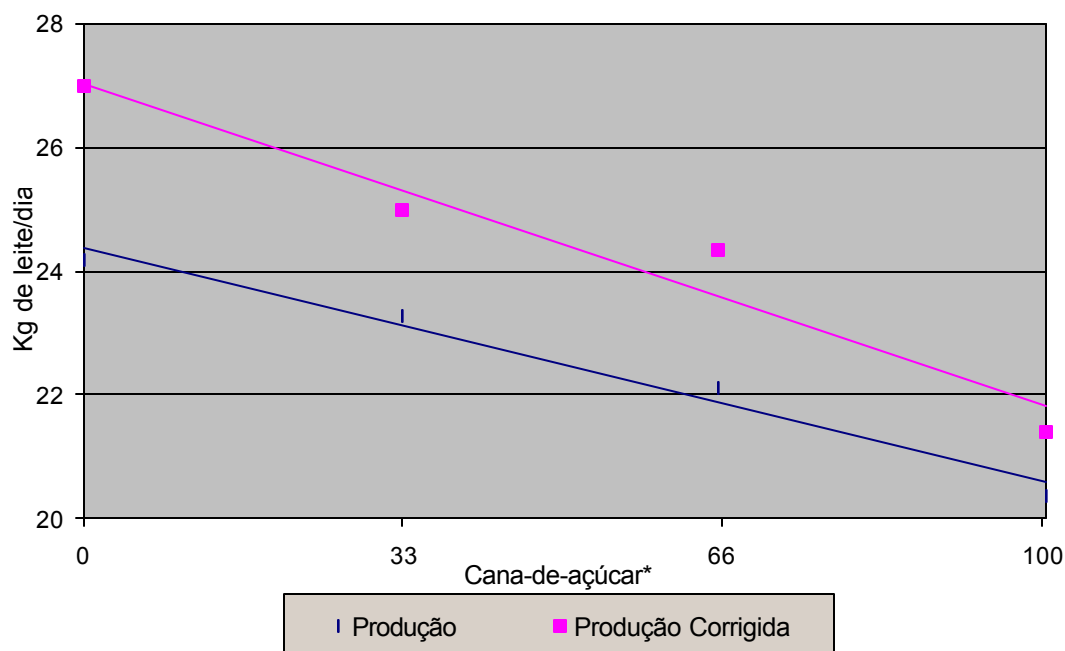
Ítems	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso				ER	CV (%)	R^2
	0	33,3	66,6	100			
PL (Kg/dia)	24,17	23,28	22,10	20,36	1**	5,54	0,98
PLC (Kg/dia)	27,00	24,98	24,36	21,41	2**	6,86	0,94
G (%)	4,17	4,04	4,19	3,85	ns	9,89	
PB (%)	3,46	3,52	3,55	3,63	ns	7,39	
EST (%)	13,47	13,36	13,60	13,08	ns	3,27	
ESD (%)	9,30	9,32	9,41	9,22	ns	2,57	

** Significativo em nível de 1%, ^{ns} não significativo em nível de 5%.

1 $Y=24,3678-0,0378329X$

2 $Y=27,0518-0,0521877X$

X = Nível de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).



* Níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Figura 1 - Produções médias diárias de leite corrigidas para 3,5% de gordura ou não (Kg/dia), em função do nível de cana-de-açúcar no volumoso.

NOGUEIRA FILHO et al. (1977), ao substituírem parcialmente silagem de sorgo por cana-de-açúcar, até o nível de 60% na base seca, para vacas em lactação, encontraram uma regressão linear decrescente tanto para produção de leite, quanto para produção de leite corrigida, com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar. Os autores não encontraram diferenças significativas quanto ao teor de gordura do leite.

VALVASORI et al. (1998b), trabalhando com silagem de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo granífero, encontraram produções de leite significativamente inferiores para o tratamento com silagem de cana-de-açúcar, embora não tenham observado diferenças na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, bem como nas porcentagens de gordura láctea. As produções médias de leite foram 12,93; 12,34 e 11,78 e de leite corrigido foram 13,11; 12,72 e 11,87 Kg/dia para os níveis 0; 50 e 100% de substituição, respectivamente.

Os dados obtidos no presente trabalho contrastam com os resultados de VALVASORI et al. (1995), que ao compararem três níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar (0; 50 e 100%) para vacas com produção média diária em torno de 19Kg de leite, não encontraram diferenças entre os tratamentos para a produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, bem como para a porcentagem de gordura do leite. Entretanto, os níveis de concentrado para as dietas testadas eram 32, 39 e 48% na base seca, respectivamente. As produções obtidas foram 19,60; 18,89 e 18,37 e produções corrigidas foram 19,63; 18,94 e 18,07 Kg/dia para os níveis 0; 50 e 100% de substituição, respectivamente.

BOIN et al. (1983a), ao avaliarem o efeito do nível de concentrado na produção de leite, para animais recebendo dietas à base de silagem de milho ou cana-de-açúcar, não encontraram diferenças na produção de leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura. Em outro trabalho, ao estudarem o efeito da suplementação com uréia, para animais recebendo os volumosos em questão, os

autores também não observaram diferenças nas produções de leite corrigidas ou não para 4% de gordura (BOIN et al.,1983b). Contudo, nos dois trabalhos, alguns animais tinham acesso ao pasto no intervalo entre as ordenhas.

STANLEY e SPIELMAN (1984) obtiveram produção de leite (Kg/dia), produção de leite corrigida para 4% de gordura (Kg/dia) e nível de gordura do leite (%), para vacas alimentadas à base de cana-de-açúcar, de 24,59; 19,48 e 2,64, respectivamente. Os animais consumiram altos níveis de concentrados (12Kg/dia) e não foi mencionada a variação de peso vivo dos mesmos.

4.4. Variação do peso vivo

Os animais que consumiram dietas com 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar como volumoso apresentaram variações de peso vivo (VPV) de 0,89; 0,49; -0,16 e -0,53Kg/dia, respectivamente, cujos valores ajustaram-se ($P<0,01$) à seguinte equação:

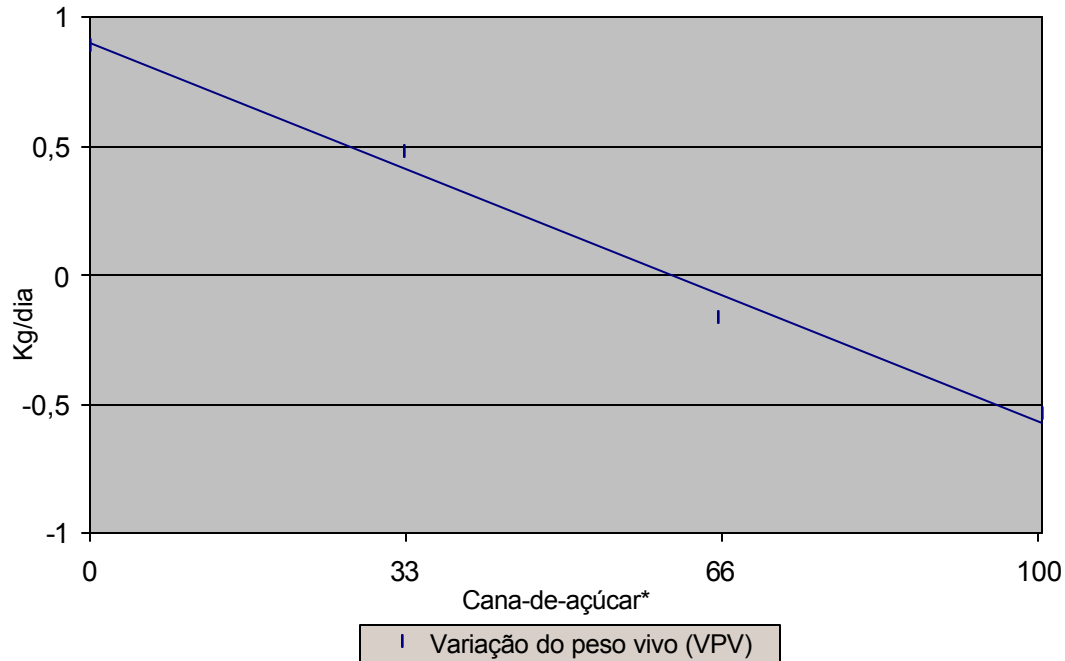
$$Y = 0,907174 - 0,0147384 X \quad R^2 = 0,99 \quad CV(\%) = 332,36;$$

em que:

$$X = \text{Nível de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (\%)}$$

Estes resultados evidenciam a afirmação de OLIVEIRA (1999), de que a resposta ao uso da cana-de-açúcar para vacas leiteiras não está apenas na produção de leite, devendo-se observar também a condição corporal dos animais ao longo da lactação. A VPV obtida com a dieta contendo 33,3% de cana-de-açúcar no volumoso foi adequada para a recuperação da condição corporal dos animais, não sendo necessária uma variação tão elevada quanto a verificada com a dieta contendo 100% de silagem de milho no volumoso. Contudo, a utilização das demais dietas ocasionou VPV negativas, o que indicou mobilização de reservas corporais para atender às exigências de produção de leite.

As variações de peso vivo podem ser visualizadas na Figura 2. A partir da equação acima, estimou-se que o nível de substituição para que não houvesse



variação de peso seria de 61,55%, na base seca.

* Níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Figura 2 - Variação média diária do peso vivo (Kg/dia), em função do nível de cana-de-açúcar no volumoso.

Os consumos de MS, PB e NDT, em todos os tratamentos, atenderam às exigências propostas pelo NRC (1989) para os níveis de produção obtidos. Então, a cana-de-açúcar apresentou uma menor eficiência de conversão alimentar do que a silagem de milho. Pode-se inferir que a qualidade da cana-de-açúcar limitou o desempenho individual dos animais.

NAUFEL et al. (1969), ao trabalharem com vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, também observaram elevadas perdas de peso (-0,955Kg/dia). Porém, estes autores não fizeram as correções necessárias quanto aos compostos nitrogenados e minerais da dieta. No trabalho de PAIVA et al. (1991), verificou-se que vacas alimentadas com cana-de-açúcar

apresentaram maior perda de peso (-0,608 Kg/dia) do que as que receberam silagem de milho (-0,199 Kg/dia).

Os resultados do presente trabalho contrastam com os dados obtidos por VALVASORI et al. (1995). Os autores não encontraram diferenças na variação de peso vivo dos animais ao substituírem silagem de milho por cana-de-açúcar. Entretanto, os níveis de concentrados eram diferenciados, sendo mais elevados para as dietas com maior quantidade de cana-de-açúcar. As VPV foram -0,271; -0,119 e -0,006 Kg/dia, para os tratamentos 0; 50 e 100% de substituição.

BIONDI et al. (1978), trabalhando com cinco níveis de substituição (0; 25; 50; 75 e 100%), não observaram diferenças entre a variação de peso de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar. Todos os tratamentos resultaram em ganho de peso, que foram 0,186; 0,202; 0,195; 0,138 e 0,100Kg/dia, à medida que se aumentou a participação da cana-de-açúcar nas dietas.

VALVASORI et al. (1998b), ao substituírem silagem de sorgo granífero por silagem de cana-de-açúcar, não encontraram diferenças significativas no ganho de peso dos animais. Os ganhos foram 0,06; 0,11 e 0,13Kg/dia para os tratamentos com silagem de sorgo, silagem de sorgo mais silagem de cana (1:1) e silagem de cana-de-açúcar, respectivamente.

Segundo RODRIGUES (1999), tem sido verificado que o consumo de cana-de-açúcar é menor do que de outras forrageiras de melhor qualidade, sendo necessário suplementar vacas em lactação com uma quantidade maior de rações concentradas para evitar perda de peso.

4.5. pH e concentração de amônia ruminais

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios de pH e concentrações de amônia do líquido de rúmen. Os valores de pH não foram influenciados pelos níveis de cana-de-açúcar nas dietas ($P>0,05$). Entretanto, quanto aos tempos de coleta, foram estimados valores mínimos de pH de 6,63 às 3,41 horas após a

alimentação ($P < 0,01$). Segundo HOOVER e STOKES (1991), a faixa ótima de pH compreende os valores entre 6,7 e 7,1.

Tabela 8 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e coeficientes de determinação (R^2) para pH e concentração de amônia ($N-NH_3$) do líquido de rúmen, em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso e dos tempos após alimentação.

Níveis de cana-de-açúcar no volumoso							
Ítems	0	33,3	66,6	100	ER **	CV (%)	R^2
pH	6,75	6,68	6,76	6,78	ns	4,30	
$N-NH_3$ (mg/dL)	13,95	10,93	8,57	11,82	$Y=14,197-0,167817X$ $+ 0,00141758X^2$	35,88	0,92
Tempos (hora)							
Ítems	0	2	4	6	ER **		R^2
pH	6,87	6,71	6,60	6,79	$Y=6,88637-0,149208T$ $+ 0,021875T^2$	4,30	0,93
$N-NH_3$ (mg/dL)	4,66	20,25	12,56	7,81	$Y=5,96989+7,71769T$ $- 1,27151T^2$	35,88	0,75

** Significativo em nível de 1%, ^{ns} não significativo em nível de 5%.

X = Nível de substituição de cana-de-açúcar na base seca (%).

T = Tempo em horas, após a alimentação matinal.

A uniformidade do padrão de pH ruminal obtida para as diferentes dietas pode ser consequência da forma de fornecimento das mesmas. Alguns trabalhos (Faria e Huber, 1984; Raun et al., 1962; citados por FARIA, 1993) mostraram que o uso de rações completas possibilitou a obtenção de um padrão mais uniforme de fermentação no rúmen.

Os dados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os resultados encontrados por VALVASORI et al. (1998a), que ao substituírem os mesmos

volumosos em questão, para bovinos fistulados recebendo dietas com relação volumoso:concentrado de 59,4:40,6, encontraram valores de pH semelhantes para as diferentes dietas, porém mais baixos, da ordem de 6,3. Estes autores também observaram efeito quadrático do pH quanto aos tempos de coleta.

LUDOVICO e MATTOS (1997), ao avaliarem os parâmetros ruminiais de animais fistulados recebendo dietas à base de cana-de-açúcar, não encontraram valores de pH inferiores a 7,0. Silvestre et al. (1977), citados por RODRIGUES et al. (1992), encontraram valores de pH acima de 6,7, para bovinos alimentados com cana-de-açúcar mais uréia. DIETZ et al. (1997), ao trabalharem com bovinos fistulados recebendo dietas à base de cana-de-açúcar, também obtiveram valores médios de pH ruminal superiores a 6,7.

A fermentação ruminal em dietas à base de cana-de-açúcar se caracteriza por apresentar pH considerado alto e estável, variando de 6,8 a 7,3, o que é atribuído a intensa salivacão dos animais (Leng e Preston, 1976; citados por OLIVEIRA, 1999) e a ação regulatória dos protozoários sobre a disponibilidade dos carboidratos solúveis (Minor et al., 1977; citados por OLIVEIRA, 1999).

As concentrações médias de amônia situaram-se para todos os tratamentos, acima de 5mg/dL de líquido ruminal, o que garante uma boa atividade dos microrganismos ruminiais. Segundo SATTER e SLYTER (1974), a concentração mínima de amônia deve ser de 5mg/dL, para que esta não limite o crescimento microbiano. De acordo com HUBER (1984), o uso de dietas completas apresenta a vantagem de que a utilização do nitrogênio não protéico (NNP) pelas bactérias ruminiais pode ser incrementada, devido ao parcelamento da dose e da ingestão lenta, além da disponibilidade maior e mais uniforme de N-NH₃ no líquido ruminal (FARIA, 1993).

As concentrações de amônia foram influenciadas pelas dietas e pelos tempos após a alimentação (P<0,01). A concentração mínima estimada foi de 9,23mg/dL, com 59,19% de cana-de-açúcar no volumoso e a concentração máxima de 17,68mg/dL foi estimada para 3,03 horas após a alimentação.

Estes resultados contrastam parcialmente com os dados de VALVASORI et al. (1998a), que não encontraram efeitos devido às dietas, mas registraram

aumento acentuado após a primeira hora de ingestão das dietas, seguido de quedas nos demais tempos. As concentrações de amônia situaram-se na faixa de 7,98 a 9,76mg/dL de líquido ruminal.

4.6. Taxa de passagem

Na Tabela 9, são apresentadas as estimativas das taxas de passagem ruminal (TPR) e dos tempos médios de retenção total da digesta (TMRT). A TPR decresceu enquanto que o TMRT aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da participação da cana-de-açúcar nas dietas, estimando-se redução e aumento de 0,0057 e 0,0375 unidades por unidade de cana-de-açúcar acrescentada às dietas, respectivamente. Isto se deve, provavelmente, aos menores consumos das dietas com maiores níveis de cana-de-açúcar, visto que o incremento do consumo frequentemente resulta em taxas de passagem mais rápidas, tanto pelo rúmen, como por todo o trato digestivo, o que também foi observado por SHELLENBERGER e KESLER (1961) e COLUCCI et al. (1982), ao estudarem a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal de vacas em lactação. Decréscimos no turnover ruminal foram observados por Ingalls et al. (1966) e Wheeler et al. (1979), citados por EVANS (1981b), com aumentos na proporção de fibra indigestível nas dietas.

Os dados de TPR propostos pelo AFRC (1993), obtidos a partir da fórmula $r = -0,024 + 0,179 \{1 - e^{(-0,278L)}\}$, são 8,60; 8,20; 7,50 e 6,80%/h, para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar no volumoso, respectivamente, onde:

r = fluxo ruminal da digesta;

L = nível de alimentação como múltiplo de energia metabolizável (EM) para manutenção, em Megajoule (MJ).

Então, os resultados de TPR encontrados no presente trabalho estão 2,76; 2,45; 2,14 e 1,53 unidades abaixo daqueles valores propostos pelo AFRC (1993), para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100% de cana-de-açúcar no volumoso, respectivamente. O ARC (1984), citado pelo AFRC (1993), propõe uma TPR de

8%/h, para vacas com produções médias diárias superiores a 15Kg de leite, alimentadas com dietas mistas.

Tabela 9 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de variação (CV) e coeficientes de determinação (R^2) para as estimativas das taxas de passagem ruminal (TPR) e dos tempos médios de retenção total da digesta (TMRT), em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.

Ítems	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso				ER **	CV (%)	R^2
	0	33,3	66,6	100			
TPR (%/h)	5,84	5,75	5,36	5,27	$Y=5,87167-0,0062847X$	7,10	0,92
TMRT (h)	36,16	36,71	39,27	39,91	$Y=35,9483+0,041428X$	6,74	0,93

** Significativo em nível de 1%.

X = Nível de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

COLUCCI et al. (1982) encontraram valores de TPR igual a 6,83%/h e de TMRT igual a 39,8 horas, para vacas consumindo dietas completas com 37,81% de FDN. Orskov (1980), citado por QUEIROZ et al. (1998b), encontraram taxas de passagem ruminais de 9%/h quando vacas leiteiras de alta produção foram alimentadas com silagem ou feno.

4.7. Economicidade das dietas

Para alcançar máxima receita sobre o custo de alimentação, as dietas devem ser consumidas em grandes quantidades, conter uma grande quantidade de nutrientes utilizáveis, fibra suficiente para evitar depressão na gordura do leite e ingredientes formulados com base no custo mínimo (SPAHR, 1977).

Observou-se diminuição dos custos com a alimentação à medida que a cana-de-açúcar ingressou em maiores quantidades nas dietas, que foram de 100; 90,24; 83,40 e 74,64% para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100% de substituição,

respectivamente. Do nível 0 para 33,3% de cana-de-açúcar no volumoso, as reduções tanto nas receitas (100; 91,34%), quanto nos lucros (100; 92,63%), foram ligeiramente menos que proporcionais àquela dos custos (100; 90,24%). Entretanto, as dietas com 66,6 e 100% de cana-de-açúcar ocasionaram reduções mais que proporcionais, tanto nas receitas (78,72; 67,67%), quanto nos lucros (72,23; 58,07%) em relação à redução dos custos (83,40; 74,64%).

As receitas, custos e lucros obtidos para cada dieta do presente trabalho encontram-se na Tabela 10 e nas Figuras 3 e 4.

Tabela 10 - Receitas, custos com alimentação e lucros obtidos, em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.

Componentes de receitas, custos e lucros	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso			
	0	33,3	66,6	100
Produção de leite (Kg/dia) (A)	24,17	23,28	22,10	20,36
Gordura (%)	4,16	4,03	4,19	3,85
Excedente de gordura ¹ (Kg/dia)	0,256	0,216	0,241	0,153
Receita 1 (R\$/dia) (B)	7,38	7,09	6,72	6,19
Venda do leite ² (R\$/dia)	7,25	6,98	6,63	6,11
Venda do excedente de gordura ³ (R\$/dia)	0,13	0,11	0,09	0,08
Receita 2 (R\$/dia)	0,94	0,51	-0,17	-0,56
Variação do peso vivo (Kg/dia)	0,89	0,48	-0,16	-0,53
Valor da variação do peso vivo ⁴ (R\$/dia)	0,94	0,51	-0,17	-0,56
Receita Total (1 + 2) (R\$/dia) (C)	8,32	7,60	6,55	5,63
Receita (base 100)	100	91,34	78,72	67,67
Custo 1 (R\$/dia)	3,33	3,20	3,16	3,03
Consumo de concentrado (Kg MS/dia)	7,88	7,50	7,35	6,99
Custo do concentrado ⁵ (R\$/dia)	3,33	3,20	3,16	3,03
Custo 2 (R\$/dia)	1,47	1,13	0,84	0,55
Consumo de volumoso (Kg MS/dia)	11,82	11,25	11,03	10,49
Custo do volumoso ⁶ (R\$/dia)	1,47	1,13	0,84	0,55
Custo Total (1 + 2) (R\$/dia) (D)	4,79	4,33	4,00	3,58
Custo (base 100)	100	90,24	83,40	74,64
Lucro 1 (B-D)	2,59	2,76	2,72	2,61
Lucro Total (R\$/dia) (C-D) (E)	3,53	3,27	2,55	2,05
Lucro (base 100)	100	92,63	72,23	58,07
Lucro Total (R\$/Kg de leite) (E-A)	0,146	0,140	0,115	0,100
Relação custos com alimentação/receita (%) [(D/C)x100]	57,57	56,97	61,06	63,58

¹ O excedente de gordura corresponde a valores acima de 3,1%, no laticínio da FUNARBE/UFV.

² Preço do leite (R\$/Kg): 0,30 - Praticado pelo laticínio da FUNARBE/UFV, em fevereiro de 2000.

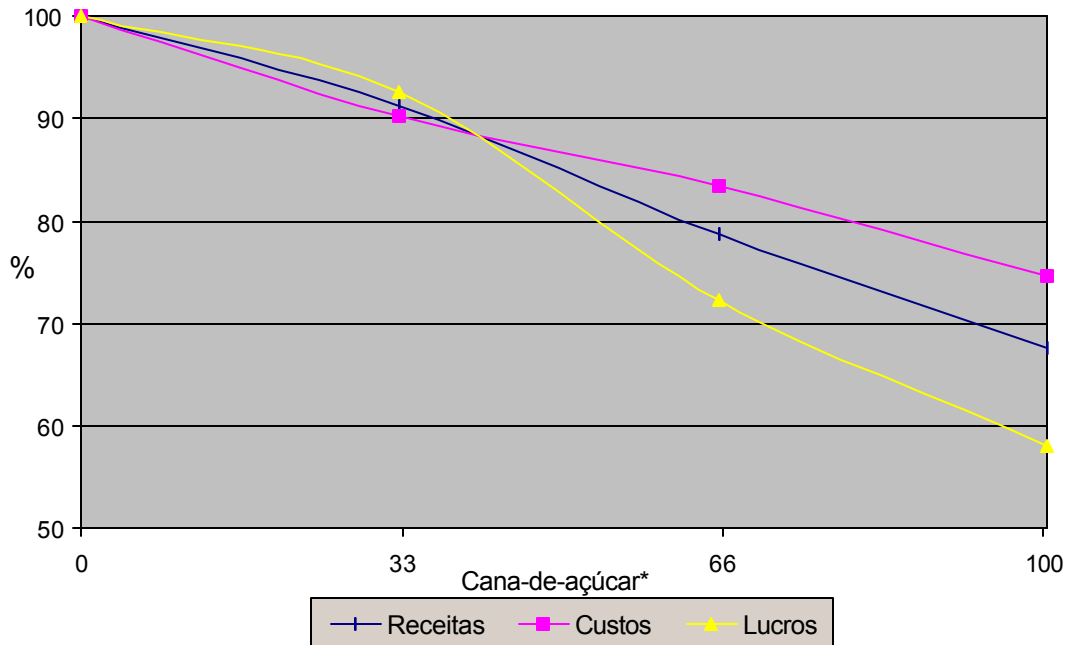
³ Preço do excedente de gordura (R\$/Kg): 0,50 - Praticado pelo laticínio da FUNARBE/UFV, em fevereiro de 2000.

⁴ Preço da carne (R\$/Kg): 1,06 - Praticado na região de Viçosa-MG, em fevereiro de 2000.

⁵ Custos dos concentrados (R\$/Kg de MS): 0,4223; 0,4265; 0,4296 e 0,4332. Calculados a partir dos preços dos ingredientes praticados no comércio de Viçosa-MG, em fevereiro de 2000.

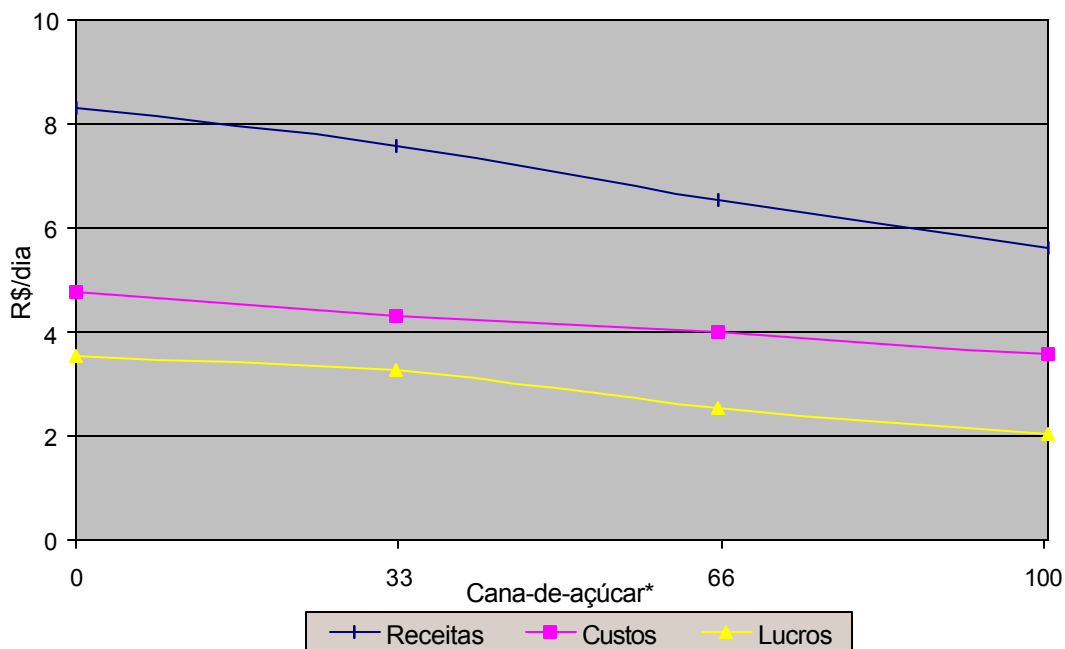
⁶ Custo da silagem de milho (R\$/Kg de MS): 0,1241 - Boletim do Leite. CEPEA-USP (nº 71, Fevereiro de 2000).

⁶ Custo da cana-de-açúcar (R\$/Kg de MS): 0,0522 - Boletim do Leite. CEPEA-USP (nº 74, Maio de 2000).



* Níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Figura 3 - Receitas, custos com alimentação e lucros diários obtidos, em %, em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.



* Níveis de cana-de-açúcar no volumoso, na base seca (%).

Figura 4 - Receitas, custos com alimentação e lucros obtidos, em R\$/dia, em função dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso.

Os custos com a alimentação corresponderam a 64,90; 61,07; 59,52 e 57,83% das receitas obtidas com a venda do leite (receita direta), caracterizando uma redução dos custos à medida que a cana-de-açúcar foi adicionada em maiores quantidades na dieta. Então, a substituição proporcionou os lucros diários, em R\$, de 2,59; 2,76; 2,72 e 2,61 para os níveis 0; 33,3; 66,6 e 100%, respectivamente.

Porém, quando a variação do peso vivo (receita indireta) é levada em consideração, os custos corresponderam a 57,57; 56,97; 61,06 e 63,58% da receita total. Desta forma, os lucros diários foram, em R\$, de 3,53; 3,27; 2,55 e 2,05 com o aumento dos níveis de cana-de-açúcar no volumoso. Diante da importância de uma adequada condição corporal, no que se refere à atividade reprodutiva e à garantia de um não comprometimento de lactações subsequentes, torna-se necessária a inclusão da variação do peso vivo nos cálculos de receitas e custos.

A partir da análise da produção de leite, variação do peso vivo, receita obtida e proporcionalidade de redução entre receita, lucro e custo, em relação à

dieta com 100% de silagem de milho no volumoso, é possível afirmar que a inclusão de 33,3% de cana-de-açúcar no volumoso foi técnica e economicamente viável. Contudo, os níveis 66,6 e 100% de substituição não foram viáveis nas condições em que foram realizadas este trabalho.

NAUFEL et al. (1969), ao trabalharem com animais de baixa produção, concluíram que apesar da silagem de milho ter apresentado maior custo de produção, ela propiciou maior renda líquida do que a cana-de-açúcar. OLIVEIRA (1999), ao proceder a avaliação econômica da produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar, do trabalho de Boin et al. (1983a e b), concluiu que as dietas contendo apenas cana-de-açúcar proporcionaram menor retorno econômico.

Mello (1998), citado por OLIVEIRA (1999), ao comparar rebanhos com diferentes produções e alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho, concluiu que com a utilização da silagem de milho e, portanto, de maior custo, produções maiores (20Kg de leite/dia) proporcionaram queda no custo do quilo de leite produzido e isto justifica a sua utilização.

Os resultados do presente trabalho evidenciam o que foi relatado por OLIVEIRA (1999), de que existe a necessidade dos produtores de leite estarem atentos não só para o custo da dieta, quanto também para a produção de leite e condição corporal dos animais, pois somente desta forma, pode-se minimizar o custo do leite produzido e atingir o lucro.

5. CONCLUSÕES

A substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar em dietas completas, para vacas em lactação, resultou em menor consumo de matéria seca e conseqüentemente, de nutrientes das dietas. Isto refletiu negativamente na produção de leite e na variação de peso vivo dos animais. Mesmo assim, a inclusão de 33,3% de cana-de-açúcar no volumoso foi técnica e economicamente

viável, enquanto que níveis maiores foram inviáveis, pois resultaram em diminuição das receitas e conseqüentemente em menores lucros.

Considerando o custo da cana-de-açúcar em relação ao da silagem de milho, que pode ser até 55% menor, propõe-se a realização de novos trabalhos visando aumentar a participação da cana-de-açúcar em dietas de vacas leiteiras de média e alta produção. Tal caminho pode viabilizar economicamente os sistemas de produção de leite que utilizam animais confinados, no Brasil.

6. BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. **Energy and protein requirements of ruminants**. Cambridge: CAB International. 159p
- ALLEN, M.S. Carbohydrate nutrition. In: SNIFFEN, C.J., HERDT, T.H. (Eds.) **THE VETERINARY CLINICS OF NORTH AMERICA - FOOD ANIMAL PRACTICE. Dairy nutrition management**. v.7, n.2, 1991. p.327-340.

- ALLEN, M.S, MERTENS, D.R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **J. Nutr.**, v.118, p.261-270, 1988.
- AROEIRA, L.J.M., SILVEIRA, M.I., LIZIERE, R.S., MATOS, L.L. Digestibilidade, balanço de nitrogênio e concentração de amônia no rúmen de novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar e uréia mais farelos de arroz ou de algodão. **R. Soc. Bra s. Zootec.**, v.22, n.6, p.893-901, 1993.
- BERCHIELLI, T.T., MAURO, F.R.C., FURLAN, C.L., ANDRADE, P. Avaliação de indicadores internos para determinação da digestibilidade da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. v.3, p.44-45.
- BIONDI, P., CAIELLI, E.L., FREITAS, E.A.N., LUCCI, C.S., ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Bol. Ind. Anim.**, v.35, n.1, p.45-55, 1978.
- BOIN, C., ALLEONI, G.F., BEISMAN, D.A. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 1. Digestibilidade de rações balanceadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, 1983, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983a. p.83.
- BOIN, C., ALLEONI, G.F., BIONDI, P., BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 2. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, 1983, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983b. p.84.
- BOIN, C., ALLEONI, G.F., BEISMAN, D., BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 3. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, 1983, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983c. p.85.
- BOIN, C., TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5, 1993, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1993. p.107-126.
- BRANDT, C.S., THACKER, E.J. A concept of rate of food passage through the gastro-intestinal tract. **J. Anim. Sci.**, v.17, p.218-223, 1958.

- BRODERICK, G. Silage extract protocol - **Glen Broderick's Lab**. U.S. Dairy Forage Research Center, 1997. (Mimeografado)
- CASTRO, A.C., CAMPOS, J., HILL, D.L., COELHO DA SILVA, J.F. Cana-de-açúcar "versus" silagem de milho na produção de leite. **Revista Ceres**, v.14, n.80, p.203-223, 1967.
- CHALUPA, W., SNIFFEN, C.J. Protein and amino acid nutrition of lactating dairy cattle. In: SNIFFEN, C.J., HERDT, T.H. (Eds.) THE VETERINARY CLINICS OF NORTH AMERICA - FOOD ANIMAL PRACTICE. **Dairy nutrition management**. v.7, n.2, 1991. p.341-352.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D., GALYEAN, M.L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **J. Anim. Sci.**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p
- COLUCCI, P.E., CHASE, L.E., VAN SOEST, P.J. Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v.65, n.8, p.1445-1456, 1982.
- COSTA, F.A. Informatização e sistemas de avaliação e controle do agronegócio. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA. 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: AMES, 1998. p.415-430.
- DETMANN, E. **Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 103p Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- DIETZ, G., LUCCI, C.S., MELOTTI, L. Degradabilidade ruminal da fibra da cana-de-açúcar, pela técnica dos sacos de náilon *in situ*, quando suplementada por várias fontes protéicas. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, v.34, n.6, p.352-357, 1997.
- EVANS, E. An evaluation of the relationships between dietary parameters and rumen liquid turnover rate. **Can. J. Anim. Sci.**, v.61, p.91-96, 1981a.
- EVANS, E. An evaluation of the relationships between dietary parameters and rumen solid turnover rate. **Can. J. Anim. Sci.**, v.61, p.97-103, 1981b.
- EZEQUIEL, J.M.B., GALATI, R.L., PEREIRA, E.M.O., BOCCHI, A.L., SANCANARI, J.B.D., FEITOSA, J.V. Comparação de diferentes tipos de processamento da amostra de fluido ruminal para determinação do nitrogênio

- amoniaca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.358.
- FARIA, V.P. Rações completas para vacas em lactação. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Confinamento de bovinos leiteiros**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p.229-244.
- FARIA, V.P., MATTOS, W.R.S. Nutrição de bovinos tendo em vista performances econômicas máximas. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p.199-222.
- FERREIRA, A.M. **Efeito da amamentação e do nível nutricional na atividade ovariana de vacas mestiças leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 133p Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- GALAN, V.B. Novos custos para a cana-de-açúcar. **Boletim do Leite**. GALAN, V.B. (Ed.) CEPEA/FEALQ, n.74, maio de 2000.
- GALAN, V.B. Novos custos para a silagem de milho. **Boletim do Leite**. GALAN, V.B. (Ed.) CEPEA/FEALQ, n.71, fevereiro de 2000.
- GALAN, V.B., TORRES JÚNIOR, A.M., MATSUMOTO, R.A. Alguns aspectos dos custos de produção na pecuária de corte e leiteira. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., NUSSIO, L.G., FARIA, V.P. (Eds.): **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL**, 9, 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1997. p.161-184.
- GALLIGAN, D.T., FERGUSON, J.D. New approaches to nutritional monitoring. In: SNIFFEN, C.J., HERDT, T.H. (Eds.) **THE VETERINARY CLINICS OF NORTH AMERICA - FOOD ANIMAL PRACTICE. Dairy nutrition management**. v.7, n.2, 1991. p.473-482.
- GOMES, A.P., ALVES, E. Identificando ineficiências na produção de leite. **Boletim do Leite**. GALAN, V.B. (Ed.) CEPEA/FEALQ, n.66, setembro de 1999.
- GOMES, S.T. Afinal, qual é o custo do leite?. **Boletim do Leite**. GALAN, V.B. (Ed.) CEPEA/FEALQ, n.74, maio de 2000.
- GROVUM, W.L., WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 3. Differential rates of passage of water and dry matter from the reticulo-rumen, abomasum and caecum and proximal colon. **Br. J. Nutr.**, v.30, n.2, p.231-240, 1973.

- HARTNELL, G.F., SATTER, L.D. Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows. **J. Anim. Sci.**, v.48, n.2, p.381-392, 1979.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **J. Dairy Sci.**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HUBER, J.T. Uréia ao nível do rúmen. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2, 1984, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1984. p.78-96.
- KITESSA, S. FLINN, P.C., IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the *in vivo* digestibility of feeds in ruminants. **Aust. J. Agric. Res.**, v.50, p.825-841, 1999.
- LAVEZZO, O.E.N.M. **Influência dos métodos de coleta de líquido ruminal sobre os parâmetros de fermentação, em bovinos alimentados com diferentes fontes de proteína.** Piracicaba, SP: ESALQ-USP, 1986. 167p Tese (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1986.
- LENG, R.A., GILL, M., KEMPTON, T.J., ROWE, J.B., NOLAN, J.V., STACHIW, S.J., PRESTON, T.R. Kinetics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle given sugar cane diets. **Br. J. Nutr.**, v.46, p.371-384, 1981.
- LIMA, M.L.M., MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5, 1993, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1993. p.77-106.
- LUDOVICO, A., MATTOS, W.R.S. Avaliação de dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e diferentes níveis de semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **R. Bras. Zootec.**, v.26, n.2, p.403-410, 1997.
- LUDOVICO, A., MATTOS, W.R.S. Parâmetros ruminais de bovinos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e diferentes níveis de semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.495.
- MATOS, L.L. Perspectivas em alimentação e manejo de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.147-155.
- MATTOS, W.R.S. Sistemas de alimentação de vacas em produção. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Nutrição de bovinos - Conceitos básicos e aplicados.** Piracicaba, SP: FEALQ, 1993, p.119-142.

- MAYER, L.R.R., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C., CAMPOS, J.M.S. Rações com diferentes teores de proteína degradada no rúmen, para vacas em lactação. 2. Taxa de passagem, digestibilidade e energia líquida da silagem de milho. **R. Bras. Zootec.**, v.26, n.4, p.824-831, 1997.
- MERTENS, D.R. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral detergent fiber concentrations. In: U. S. Dairy Forage Research Center, 1995. **Research Summaries**. USDA, ARS, 1996. p.87-90.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Wisconsin, USA, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R., ELY, L.O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. **J. Anim. Sci.**, v.49, n.4, p.1085-1095, 1979.
- MERTENS, D.R., ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization - a dynamic model evaluation. **J. Anim. Sci.**, v.54, n.4, p.895-905, 1982.
- MORA, P.J.G., VALADARES FILHO, S.C., LEÃO, M.I., COELHO DA SILVA, J.F., VIEIRA, R.A.M., MALAFAIA, P.A.M. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia líquida da silagem de milho (*Zea mays* L.) para vacas lactantes. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.25, n.2, p.357-368, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC: Academic Press, 1989, 158p
- NAUFEL, F., GOEDMAN, E.F., GUARAGNA, R.N., GAMBINI, L.B., SCOTT, W.N., KALIL, E.B. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Bol. Ind. Anim.**, v.26, sn, p.9-22, 1969.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M., LUCCI, C.S., ROCHA, G.L., MELOTTI, L. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Bol. Ind. Anim.**, v.34, n.1, p.75-84, 1977.
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para a produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Volumosos para bovinos**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p.75-177.
- NUSSIO, L.G., MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., NUSSIO, L.G., FARIA, V.P. (Eds.): **SIMPÓSIO SOBRE**

- NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, 1999. p.27-46.
- OLIVEIRA, J.S. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. **Circular Técnica**, n.47, Juiz de Fora, MG:EMBRAPA-CNPGL, 1998. 34p.
- OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal, SP, UNESP, FUNEP, 1999, 128p.
- ORTOLONI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivos da Escola de Veterinária**. UFMG, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- 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. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.
- PATE, F.M. Fresh chopped sugar cane in growing-finishing steer diets. **J. Anim. Sci.**, v.53, n.4, p.881-888, 1981.
- PEIXOTO, F.A.M. **Utilização do complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação**. Viçosa, MG: UFV, 1992. 121p Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- PENNING, P.D., JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fibre. **J. Agric. Sci., Camb.**, v.100, p.127-131, 1983a.
- PENNING, P.D., JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1. Potentially indigestible cellulose and acid insoluble ash. **J. Agric. Sci., Camb.**, v.100, p.127-131, 1983b.
- PIAGGIO, L. M., PRATES, E.R., PIRES, F.F., OSPINA, H. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido ,fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.20, n.3, p.306-312, 1991.
- PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **J. Anim. Sci.**, v.54, n.4, p.877-884, 1982.
- PRESTON, T.R., LENG, R.A. La caña de azúcar como alimento para los bovinos. **Rev. Mund. Zootec.**, n.27, p.7-12, 1978.
- QUEIROZ, A.C., BARBOSA, M.A., RESENDE, F.D., PEREIRA, J.C., DUTRA, A.R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 1. Consumo, taxa de passagem da matéria seca, degradação *in situ*

- da matéria seca e da fibra em detergente neutro. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p.381-389, 1998a.
- QUEIROZ, A.C., BARBOSA, M.A., RESENDE, F.D., PEREIRA, J.C., DUTRA, A.R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 2. Concentração de amônia ruminal e pH ruminal. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p.390-396, 1998b.
- RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações de dietas à base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: BORGES, I., GONÇALVES, L.C. (Eds.) SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2,1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.65-75.
- RODRIGUES, A.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. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.27, n.10, p.1421-1427, 1992.
- ROWE, J.B., LOUGHNAN, M.L., NOLAN, J.V., LENG, R.A. Secondary fermentation in the rumen of a sheep given a diet based on molasses. **Br. J. Nutr.**, v.41, p.393-396, 1979.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G., VAN SOEST, P.J., SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.10, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **Br. J. Nutr.**, v.32, p.199-208, 1974.
- SCHIFFLER, E.A., MÂNCIO, A.B., GOMES, S.T., QUEIROZ, A.C. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos da produção de leite B no estado de São Paulo. **R. Bras. Zootec.**, v.28, n.2, p.425-431, 1999.
- SHELLENBERGER, P.R., KESLER, E.M. Rate of passage of feeds through the digestive tract of holstein cows. **J. Anim. Sci.**, v.20, p.416-419, 1961.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG, UFV, Imprensa Universitária, 1990, 165p
- SILVA, P.H.F., PEREIRA, D.B.C., OLIVEIRA, L.L., COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite e derivados - métodos analíticos**. Juiz de Fora, MG, 1997. 190p
- SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Volumosos para bovinos**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p.59-74.

- SKLAN, D., ASHKENAZI, R., BRAUN, A., DEVORIN, A., TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **J. Dairy Sci.**, v.75, n.9, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G., RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SPAHR, S.L. Optimum rations for group feeding. **J. Dairy Sci.**, v.60, n.8, p.1337-1344, 1977.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **S.A.E.G. (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG, 1997 (Versão 7.0).
- VALADARES FILHO, S.C. Microbial protein synthesis, crude protein ruminal degradation and intestinal digestibility in cattle. In: PEREIRA, J.C. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais... JARD**, 1995. p.201-234.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: NASCIMENTO JÚNIOR, D., LOPES, P.S., PEREIRA, J.C. (Eds.) REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais dos Simpósios e Workshops... Viçosa: SBZ**, 2000. p.267-338.
- VALVASORI, E., LUCCI, C.S.L., ARCARO, J.R.P., PIRES, F.L., ARCARO JÚNIOR, I. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.
- VALVASORI, E., LAVEZZO, W., LUCCI, C.S., MELOTTI, L., WECHSLER, F.S., CASTRO, A.L. Alterações na fermentação ruminal de bovinos fistulados alimentados com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. **Anais... Botucatu: SBZ**, 1998a. Nutrição de ruminantes, p.86-88.
- VALVASORI, E., LUCCI, C.S.L., ARCARO, J.R.P., PIRES, F.L., ARCARO JÚNIOR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, v.35, n.3, p.139-142, 1998b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

VILELA, D. Produção de silagem de milho de alta qualidade para alimentação de vacas leiteiras. In: BORGES, I., GONÇALVES, L.C. (Eds.) SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2,1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.8-21.

WALLACE, R.J., ONODERA, R., COTTA, M.A. Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: HOBSON, P.N., STEWART, C.S. (Eds.) **The rumen microbial ecosystem** 2 ed. Chapman e Hall. p.719, 1997. p.283-328.

ANEXO

Tabela 1A - Resumo da análise de variância para pH e concentração de amônia (N-NH₃) do líquido ruminal.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		pH	Amônia
Bloco	11	0,07452727 ^{ns}	20,09966 ^{ns}
Tratamento	3	0,1023097 ^{ns}	237,9179**
Linear	1	0,06733538 ^{ns}	178,7094**
Quadrático	1	0,1174151 ^{ns}	478,6488**
Cúbico	1	0,1221787 ^{ns}	56,39547 ^{ns}
Erro a	33	0,6518961	26,56594

Tempo		3	0,6408944**	2207,148**
Linear	1		0,3096017 ^{ns}	7,539479 ^{ns}
Quadrático	1		1,4700000**	4966,635**
Cúbico	1		0,1430817 ^{ns}	1647,269**
Tratamento X tempo		9	0,0556875 ^{ns}	20,84454 ^{ns}
Erro b		132	0,08416386	16,50504
CV (%)			4,3011	35,883

** Significativo em nível de 1%, ^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 2A - Resumo da análise de variância para taxa de passagem ruminal (TPR) e tempo médio de retenção total (TMRT).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		TPR	TMRT
Quadrado latino	1	0,1238775*	6,038354 ^{ns}
Tratamento	3	0,6361186*	27,4857*
Linear	1	1,1755401**	76,27684**
Quadrático	1	0,00002812 ^{ns}	0,0133617 ^{ns}
Cúbico	1	0,1529551 ^{ns}	6,166909 ^{ns}
Período/quadrado latino	6	0,057804 ^{ns}	3,038825 ^{ns}
Vaca/quadrado latino	6	0,1058736*	4,957431**
Quadrado latino X tratamento	3	0,04894053 ^{ns}	2,846737 ^{ns}
Resíduo	12	0,1557535	6,580356
CV (%)		7,101	6,747

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 3A - Valores das estimativas dos parâmetros ajustados para os modelos não lineares de fluxo da digesta, coeficientes de variação (CV) e coeficientes de determinação (R^2).

Parâmetros	Níveis de cana-de-açúcar no volumoso				CV (%)	R ²
	0	33,3	66,6	100		
K ₁ (%/h)	5,841	5,755	5,360	5,274	7,101	0,92
K ₂ (%/h)	5,885	5,802	5,405	5,313	7,089	0,92
TT (h)	1,951	1,942	1,958	2,097	2,811	0,63
TMRT (h)	36,164	36,718	39,277	39,914	6,747	0,93

K₁ = Taxa de passagem ruminal de sólidos;

K₂ = Taxa de passagem pós-ruminal de sólidos;

TT = Tempo de trânsito;

TMRT = Tempo médio de retenção total.

Tabela 4A - Resumo da análise de variância para variação do peso vivo (VPV).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		VPV
Quadrado latino	2	0,3922313 ^{ns}
Tratamento	3	4,880119**
Linear	1	14,47959**
Quadrático	1	0,00316875 ^{ns}
Cúbico	1	0,1575937 ^{ns}
Período/quadrado latino	9	1,0183493*
Vaca/quadrado latino	9	0,2578771 ^{ns}
Quadrado latino X tratamento	6	0,4396729 ^{ns}
Resíduo	18	0,3215882
CV (%)		332,359

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 5A - Resumo da análise de variância para produção de leite (PL) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		PL	PLC
Quadrado latino	2	73,49396**	54,68812**
Tratamento	3	32,5441**	64,14965**

Linear	1	95,38204**	181,4820**
Quadrático	1	2,210208 ^{ns}	2,566875 ^{ns}
Cúbico	1	0,04004167 ^{ns}	8,400042 ^{ns}
Período/quadrado latino	9	7,4154867**	10,587707**
Vaca/quadrado latino	9	71,4566**	39,274933**
Quadrado latino X tratamento	6	4,105347 ^{ns}	3,655069 ^{ns}
Resíduo	18	1,555764	2,813264
CV (%)		5,549	6,862

** Significativo em nível de 1%, ^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação.

Tabela 6A - Resumo da análise de variância para gordura (G), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD) e proteína do leite.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		G	EST	ESD	Proteína
Quadrado latino	2	0,013225 ^{ns}	0,3271521 ^{ns}	0,2184771*	0,2315396 ^{ns}
Tratamento	3	0,2833139 ^{ns}	0,5907222 ^{ns}	0,0698472 ^{ns}	0,0632166 ^{ns}
Linear	1	0,358826 ^{ns}	0,515226 ^{ns}	0,014106 ^{ns}	0,182601 ^{ns}
Quadrático	1	0,126075 ^{ns}	0,504300 ^{ns}	0,126075 ^{ns}	0,001630 ^{ns}
Cúbico	1	0,365040 ^{ns}	0,752640 ^{ns}	0,06936 ^{ns}	0,005415 ^{ns}
Período/QL	9	0,2176639 ^{ns}	0,4374348 ^{ns}	0,0632875 ^{ns}	0,716815**
Vaca/QL	9	1,432158**	3,196379**	0,608182**	0,464243**
QL X tratamento	6	0,2950972 ^{ns}	0,5905826*	0,1201493 ^{ns}	0,0904395 ^{ns}
Resíduo	18	0,1615639	0,1922042	0,05774306	0,06854861
CV (%)		9,891	3,276	2,579	7,394

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 7A - Resumo da análise de variância para consumo de matéria seca (CMS) em Kg/dia, % PV e g/Kg^{0,75}.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		CMS (Kg/dia)	CMS (%PV)	CMS (g/Kg ^{0,75})

Quadrado latino	2	11,80949**	0,3822294**	830,631**
Tratamento	3	16,04943**	0,3520972**	918,7452**
Linear	1	47,05857**	1,031272**	2696,767**
Quadrático	1	0,2901786 ^{ns}	0,0003126 ^{ns}	0,5030416 ^{ns}
Cúbico	1	0,799549 ^{ns}	0,0247071 ^{ns}	58,96567 ^{ns}
Período/QL	9	2,9059011 ^{ns}	0,0960951 ^{ns}	218,60171 ^{ns}
Vaca/QL	9	8,0174311**	0,5284437**	851,05811**
QL X tratamento	6	2,822463 ^{ns}	0,07328365 ^{ns}	182,8285 ^{ns}
Resíduo	18	1,449369	0,05251838	119,002
CV (%)		6,429	6,586	6,515

** Significativo em nível de 1%, ^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 8A - Resumo da análise de variância para consumo de matéria mineral (CMM), consumo de matéria orgânica (CMO) e consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), em Kg/dia.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		CMM (Kg/dia)	CMO (Kg/dia)	CNDT (Kg/dia)
Quadrado latino	2	0,0291763**	11,35685**	10,40044**
Tratamento	3	0,2427139**	12,98539**	14,61749**
Linear	1	0,71833**	37,83632**	43,50169**
Quadrático	1	0,0000086 ^{ns}	0,4097386 ^{ns}	0,2956467 ^{ns}
Cúbico	1	0,0098031 ^{ns}	0,7100941 ^{ns}	0,0551429 ^{ns}
Período/QL	9	0,0062383 ^{ns}	2,77272 ^{ns}	1,742763 ^{ns}
Vaca/QL	9	0,0142274**	7,309362**	3,8638678*
QL X tratamento	6	0,0064739 ^{ns}	2,335038 ^{ns}	2,501812 ^{ns}
Resíduo	18	0,00266913	1,454839	1,282477
CV (%)		6,432	6,735	9,231

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 9A - Resumo da análise de variância para consumo de proteína bruta (CPB), consumo de extrato etéreo (CEE) e consumo de carboidratos totais (CCHO), em Kg/dia.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		CPB (Kg/dia)	CEE (Kg/dia)	CCHO (Kg/dia)

Quadrado latino	2	0,3094971**	0,0164974**	7,423921**
Tratamento	3	0,2152495**	0,1993684**	7,412603**
Linear	1	0,5458979**	0,5978519**	21,52003**
Quadrático	1	0,00117612 ^{ns}	0,00000001 ^{ns}	0,4550139 ^{ns}
Cúbico	1	0,09867437 ^{ns}	0,0002531 ^{ns}	0,2627611 ^{ns}
Período/QL	9	0,0869122 ^{ns}	0,0051329**	1,746199 ^{ns}
Vaca/QL	9	0,197499**	0,0050362**	4,845521**
QL X tratamento	6	0,0687324 ^{ns}	0,00294371*	1,483461 ^{ns}
Resíduo	18	0,03764929	0,001105562	1,016885
CV (%)		6,438	6,784	7,001

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 10A - Resumo da análise de variância para o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em Kg/dia, %PV e g/Kg^{0,75}.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		CFDN (Kg/dia)	CFDN (%PV)	CFDN (g/Kg ^{0,75})
Quadrado latino	2	1,874565**	0,00970365 ^{ns}	128,3334**
Tratamento	3	11,4632**	0,1809328*	809,4245**
Linear	1	34,32294**	0,489053**	2419,64**
Quadrático	1	0,0028474 ^{ns}	0,031401 ^{ns}	3,176611 ^{ns}
Cúbico	1	0,0638014 ^{ns}	0,022343 ^{ns}	5,456961 ^{ns}
Período/QL	9	0,4693023 ^{ns}	0,040974 ^{ns}	37,337522 ^{ns}
Vaca/QL	9	1,0796442**	0,066322 ^{ns}	111,46076**
QL X tratamento	6	0,3265052 ^{ns}	0,02770207 ^{ns}	21,40354 ^{ns}
Resíduo	18	0,2070691	0,05346456	16,45749
CV (%)		7,271	20,468	7,253

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 11A - Resumo da análise de variância para consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de lignina (CLig), em Kg/dia.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		CCNF (Kg/dia)	CFDA (Kg/dia)	CLig (Kg/dia)
Quadrado latino	2	1,847108*	0,4395336**	0,00890025 ^{ns}

Tratamento	3	0,8676052 ^{ns}	1,141093**	0,00874649 ^{ns}
Linear	1	1,487446*	4,194071**	0,0215407*
Quadrático	1	0,5298512 ^{ns}	0,0034171 ^{ns}	0,0046969 ^{ns}
Cúbico	1	0,5855185 ^{ns}	0,0357899 ^{ns}	0,0000018 ^{ns}
Período/QL	9	0,468651 ^{ns}	0,160273*	0,0012723 ^{ns}
Vaca/QL	9	1,3713008**	0,280037**	0,0028764 ^{ns}
QL X tratamento	6	0,4929168 ^{ns}	0,0717568 ^{ns}	0,0066189 ^{ns}
Resíduo	18	0,3317288	0,05863616	0,00390605
CV (%)		7,070	7,316	12,424

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 12A - Resumo da análise de variância para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE), em %.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		CDMS	CDMO	CDPB	CDEE
Quadrado latino	2	61,13075**	59,7598**	31,31226*	251,4049 ^{ns}
Tratamento	3	19,43311 ^{ns}	18,1135 ^{ns}	8,865231 ^{ns}	85,73379*
Linear	1	45,14583*	43,30462*	13,37554 ^{ns}	770,8252**
Quadrático	1	5,004885 ^{ns}	4,67763 ^{ns}	0,031406 ^{ns}	0,36778 ^{ns}
Cúbico	1	8,148604 ^{ns}	6,358252 ^{ns}	13,18875 ^{ns}	107,0697 ^{ns}
Período/QL	9	4,093045 ^{ns}	3,23841 ^{ns}	10,63399 ^{ns}	63,92151 ^{ns}
Vaca/QL	9	8,265904 ^{ns}	6,919982 ^{ns}	19,64933*	269,0233*
QL X tratamento	6	7,759848 ^{ns}	6,861421 ^{ns}	7,479344 ^{ns}	58,01149 ^{ns}
Resíduo	18	9,546051	9,274921	7,511292	82,18559
CV (%)		4,689	4,521	4,039	12,088

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.

Tabela 13A - Resumo da análise de variância para os coeficientes de digestibilidade dos carboidratos totais (CDCHO), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF), em %.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		CDCHO	CDFDN	CDCNF

Quadrado latino	2	3,416074 ^{ns}	367,1151**	14,58406*
Tratamento	3	57,50202*	1471,32**	63,37557**
Linear	1	115,4278**	4292,729**	179,8324**
Quadrático	1	39,44233 ^{ns}	89,08897 ^{ns}	1,591882 ^{ns}
Cúbico	1	16,63594 ^{ns}	32,14095 ^{ns}	8,702461 ^{ns}
Período/QL	9	3,913356 ^{ns}	31,66233 ^{ns}	3,808212 ^{ns}
Vaca/QL	9	5,4271404 ^{ns}	40,2694*	3,313435 ^{ns}
QL X tratamento	6	1,430832 ^{ns}	32,09224 ^{ns}	1,948038 ^{ns}
Resíduo	18	13,26997	48,42134	2,783019
CV (%)		12,386	20,384	1,826

** Significativo em nível de 1%, * Significativo em nível de 5%.

^{ns} não significativo em nível de 5%.

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; QL = quadrado latino.