

ANDRÉ SOARES DE OLIVEIRA

**CASCA DE CAFÉ OU CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO
AO MILHO EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR
PARA VACAS LEITEIRAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2005

ANDRÉ SOARES DE OLIVEIRA

**CASCA DE CAFÉ OU CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO
AO MILHO EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR
PARA VACAS LEITEIRAS**

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

Aprovada: 17 de fevereiro de 2005

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Profa. Luciana Navajas Rennó

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. Rogério de Paula Lana

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

Nenhuma obra intelectual é tarefa para um solista

Aos meus avós paternos Amando e Maria (*In Memoriam*),

Aos meus avós maternos Renato e Léa,

Aos meus pais Amando e Tânia,

Aos meus irmãos Leonardo, Gustavo, Amanda e Pedro,

À minha esposa Márcia e aos nossos filhos Júlia e Lucas,

alicerces da minha vida,

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade e pelo apoio na realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento parcial desta pesquisa.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela amizade, pelos cruciais ensinamentos e valiosa orientação durante a realização do curso.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho pelos importantes ensinamentos e pela amizade.

Aos professores (as) Rilene Ferreira Diniz Valadares Filho, Luciana Navajo Renno, Rogério de Paula Lana, Odilon Gomes Pereira e Sebastião Teixeira Gomes, pelas sugestões e amizade.

Ao professor Edênio Detmann, pela amizade e valiosa contribuição para confecção deste trabalho.

Ao Convênio Nestlé/Funarbe/UFV, por disponibilizar as informações do sistema de produção de leite.

Aos amigos Anderson Jorge de Assis e Rafael Monteiro de Araújo, pela grande amizade, orientação e importante parceria na condução do experimento.

Ao meu irmão Gustavo Soares de Oliveira, pela amizade, pelo empenho, paciência e dedicação durante o experimento.

Aos meus sogros Lia e Ed e meu cunhado Gustavo, pela amizade, afeto, e inestimável contribuição para realização deste trabalho.

Aos estagiários Guilherme, Alemão, Otto, Lino, Alexandre, Carol, Isabela, Verônica, Indira, Pedro, pelo empenho e dedicação durante o experimento.

Aos amigos Lincon e Erenice pela orientação nas análises de ácidos graxos não esterificados.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL), pelo importante apoio durante a realização do experimento e pela amizade.

Aos funcionários da Fábrica de Ração, pela confecção das rações.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Fernando, Valdir, Vera e Wellington, pelo importante apoio durante a realização das análises laboratoriais.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelos preciosos ensinamentos, apoio, convívio e amizade.

Aos amigos e colegas: Ancelmo, Chico Rennó, Douglas, Belmiro, Marcone, Nadja, Fernanda, Acyr, Carlinha, Luciano Melo, Rennius, Acreano, Adriano (Foquinha), Mônica e Josué pelo intercâmbio de conhecimentos e idéias, pelo convívio, pelo apoio e valiosa amizade.

Às vacas Abadia, Aba, Arcada, Bela, Cacilta, Hemácia, Ivani, Ibiza, Gabiroba, Grosélia, Helenita e Holandesa, que participaram diretamente deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANDRÉ SOARES DE OLIVEIRA, filho de Amando Rangel de Oliveira e Tânia Maria Soares de Oliveira, nasceu em Campos dos Goitacazes, Estado do Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1976.

Em 1994, ingressou na Universidade Federal de Viçosa-UFV, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 26 de março de 1999.

No período de abril de 1999 a março de 2001 realizou trabalhos de assessoria e consultoria técnica e gerencial para grupos de produtores de leite na região da Zona da Mata Mineira, Sul do Espírito Santo e Noroeste Fluminense.

Entre abril de 2001 e fevereiro de 2003, foi consultor técnico do Projeto Educampo/Sebrea-MG, na região de Teixeira de Freitas, Bahia, realizando trabalhos de acompanhamento técnico e gerencial para grupos de produtores de leite.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa-UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo tese em 17 de fevereiro de 2005.

CONTEÚDO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite, comportamento ingestivo e avaliação econômica de dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras contendo casca de café ou casca de soja em substituição ao milho.....	10
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
Concentração de nitrogênio uréico no leite e no plasma, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar contendo casca de café ou casca de soja	57
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL E MÉTODOS.....	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CONCLUSÕES GERAIS.....	76
ANEXO A.....	77
ANEXO B.....	95

RESUMO

OLIVEIRA, André Soares, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Desenvolveu-se este trabalho, com objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho grão pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado para vacas de leite, sobre os consumos e as digestibilidades aparentes dos nutrientes, a produção e composição do leite, a variação de peso corporal dos animais, a mobilização de reserva corporal, o comportamento ingestivo e o desempenho econômico da atividade leiteira, o pH e concentração de amônia do líquido ruminal, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparadas à dieta com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4X4, balanceados de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). A dieta controle constituiu-se de silagem de milho (AG-1051) e 40% de concentrado, na MS. Três dietas à base de cana-de-açúcar (RB 73-9735) com 60% de concentrado foram utilizadas, onde o milho foi substituído pela inclusão de 0% de casca (sem casca), 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, na MS total da dieta. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CT) não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas, enquanto que o consumo de fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), cafeína e polifenóis totais diferiram ($P<0,05$). Apesar dos consumos de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs) diferirem ($P<0,05$) entre as dietas, esses foram suficientes para atender as exigências nutricionais. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, CT e CNF e para os teores de NDT. O coeficiente de digestibilidade aparente da FDN foi maior ($P<0,05$) para a dieta à base de silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 10 % de casca de café, mas não deferiu ($P>0,05$) da dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja. Não houve diferenças ($P>0,05$) para produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, variação de peso, teores plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados (AGNE), teores no leite de proteína bruta (PB), gordura (GL), extrato seco total (EST), e produções diárias de PB, GL, lactose (LA), EST e extrato seco desengordurado (ESD) entre as dietas. Os tempos médios despendidos com alimentação e ruminação para a dieta com base de silagem de milho foram maiores ($P<0,05$) que os obtidos

pelas dietas à base de cana-de-açúcar, que não diferiram ($P>0,05$). As simulações de desempenho econômico do sistema de produção de leite indicaram que a substituição da dieta com silagem de milho no período seco do ano, pelas dietas com cana-de-açúcar, apresentou potencial de aumentar a taxa de retorno do capital investido (em % ao ano), sendo dependente de combinações favoráveis de custos relativos da cana-de-açúcar e de preços relativos dos alimentos concentrados, principalmente do milho. O pH ruminal não diferiu ($P>0,05$) nos tempos de coleta zero e três horas após a alimentação matinal. Imediatamente antes da alimentação não houve diferença ($P>0,05$) para a concentração de amônia ruminal. Entretanto, três horas após alimentação, a dieta à base de cana-de-açúcar com 10% de casca de café apresentou menor ($P<0,05$) concentração de amônia ruminal em relação às dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, não diferindo ($P>0,05$) da dieta com cana-de-açúcar sem casca. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na excreção de uréia na urina (EU-urina) e na concentração de nitrogênio uréico no leite, apresentando valores médios de 179,31 mg/kg de PV e 12,59 mg/dl, respectivamente. O teor de nitrogênio uréico no plasma (NUP) foi menor ($P<0,05$) na dieta com silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 20% de casca de soja. Entre as dietas à base de cana-de-açúcar, a que incluiu 10% de casca de café apresentou menor ($P<0,05$) teor de NUP. O balanço de compostos nitrogenados (BN) da dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café foi menor ($P<0,05$) em relação às dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar sem casca, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta com 20% de casca de soja; entretanto, em todas as dietas o BN foi positivo. A síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência microbiana não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas, apresentando valores médios de 273 g/dia e 130,08 gPBmic/kg de NDT, respectivamente. Níveis de inclusão em dietas à base de cana-de-açúcar, de 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, em substituição ao milho, para vacas com produção de 20 kg/dia de leite, podem ser utilizados de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

ABSTRACT

OLIVEIRA, André Soares, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005. **Coffee hull or soybean hull replacing corn in diets based on sugar-cane for dairy cows.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

The objective of his work was to evaluate the effect of corn grain replacement by coffee hull or soybean hull in sugar-cane based diets, with 60% concentrate, for dairy cows, on intake and apparent nutrient digestibility, milk production and composition, animal body weight variation, body reserve mobilization, ingestive behavior and milk activity economic performance, pH and ruminal liquid ammonia concentration, urea excretion in the urine, plasma and milk urea concentration, nitrogen compounds balance and microbial protein production, compared with corn silage diet. 12 purebred and crossbred Holstein cows were assigned to three 4X4 latin squares, balanced according to lactation period. Diets were isonitrogenous, with 14% crude protein, based on dry matter (DM). Diet control consisted of corn silage (AG-1051) and 40% concentrate, in DM. Three sugar-cane based diets (RB 73-9735) with 60% concentrate were used, with corn being replaced by 0% hull (without hull), 10% coffee hull or 20% soybean hull, in DM total diet. DM intake, organic matter (OM) and total carbohydrates (TC) did not differ ($P>0,05$) among diets, whereas neutral detergent fiber intake (NDF), no fiber carbohydrates (NFC), ether extract (EE), caffeine and total polyphenols (TPF) differ ($P<0,05$). In spite of the crude protein intake (CP) and observed total digestible nutrients (TDNobs) differ ($P<0,05$) among diets, they were enough to meet the nutrient requirements. No differences were observed ($P>0,05$) for the coefficients of apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, TC, NFC, and TDNobs. The FDN coefficient of apparent digestibility was higher ($P <0,05$) for the diet based on corn silage compared to diets with sugar-cane without hull and with 10% coffee hull, but it was not different ($P>0,05$) from the sugar-cane diet with 20% soybean hull. There were no differences ($P>0,05$) for milk production with and without correction for 3,5% fat, body weight variation, plasma levels of non-esterified fatty acids (NEFA), milk crude protein (CP), fat (F), total solids (TS), and daily productions of CP, F, lactose (LA), TS and non fat solids (NFS) among the diets. The average times spent with feeding and rumination for the corn based silage diet were higher ($P<0,05$) than the ones obtained with the sugar-cane based diets, which did not differ ($P>0,05$). The simulations of economic performance of the milk production system indicated that the replacement of the corn silage diet in the dry period of the year by sugar-cane diets, showed potential for increasing the rate of return on the capital (% per year), being dependent of favorable combinations of sugar-cane relative costs and of the concentrate relative prices, mainly corn. Ruminal pH did not differ ($P>0,05$) at

the collection times zero and three hours after the morning feeding. Immediately before the feeding there was no difference ($P>0,05$) for ruminal ammonia concentration. However, three hours after feeding, the sugar-cane based diet with 10% coffee hull showed lower concentration ($P<0,05$) of ruminal ammonia than the diets containing corn silage and sugar-cane with 20% soybean hull, not differing ($P>0,05$) from the sugar-cane diet without hull. No differences were found ($P>0,05$) for urea excretion in the urine (UE) and milk urea nitrogen (MUL), with mean values 179,31 mg/kg PV and 12,59 mg/dl, respectively.

Plasma urea nitrogen (PUL) was lower ($P<0,05$) in the corn silage diet than sugar-cane diets without hull and with 20% soybean hull. Among the sugar-cane based diets, the one including 10% coffee hull gave lower ($P<0,05$) levels of NUP. The nitrogen compounds balance (NB) of the sugar-cane diet with 10% coffee hull was lower ($P<0,05$) than the diets with corn silage and sugar-cane without hull, but it did not differ ($P>0,05$) from the diet with 20% soybean hull; however, NB was positive in all diets. Microbial nitrogen compounds synthesis and microbial efficiency were not influenced by the diets ($P>0,05$), with mean values of 273 g/day and 130,08 gPBmic/kg NDT, respectively. Inclusion levels in sugar-cane based diets, with 10% coffee hull or 20% soybean hull, replacing corn, for cows producing 20 kg of milk, can be used according to availability and economic convenience.

Keywords: Intake; digestibility; milk production efficiency; milk urea nitrogen; microbial protein; profitability.

INTRODUÇÃO GERAL

Após décadas de importações, a cadeia produtiva do leite no Brasil vive a expectativa de uma inserção ativa e sustentável no mercado internacional como exportador. A desvalorização cambial ocorrida a partir de janeiro de 1999, associada à aplicação de tarifas antidumping ao leite importado em 2001, permitiram ganhos de competitividade de custos ao produto nacional no mercado exterior, ao mesmo tempo em que retirou esta vantagem do produto importado no mercado interno, construída durante o período caracterizado pela manutenção da taxa de câmbio fixa e valorizada entre 1994 a 1998 (MDIC, 2004).

As previsões de redução nos subsídios à exportação de produtos lácteos na União Européia, de limitações físicas para o crescimento a médio e longo prazo na produção de leite dos principais concorrentes (Mesquita, 2003), e do incremento das importações de lácteos em países em desenvolvimento (FAO, 2004), apontam um cenário favorável para o Brasil no mercado internacional de lácteos.

Neste contexto, intensificam as necessidades de transformação das inúmeras e propagadas vantagens comparativas que o Brasil possui na pecuária leiteira, em reais vantagens competitivas. Vantagens comparativas incluem disponibilidade de recursos naturais, humanos e financeiros, enquanto que vantagens competitivas são os benefícios sócio-econômicos gerados com a utilização sustentável destes recursos.

Com tecnologias mais adequadas ao processo regional e a busca incessante de métodos alternativos focados na eficiência econômica ao invés de eficiência produtiva despreocupada, a participação da pecuária de leite nacional no mercado mundial pode ser alavancada.

Na base produtiva, a elevada aptidão agrícola, juntamente com a possibilidade de utilização de recursos forrageiros de elevada produção por área e de baixo custo, como a cana-de-açúcar, estão entre as vantagens comparativas da pecuária leiteira que o Brasil possui em relação aos concorrentes internacionais.

A cana-de-açúcar, cultura tradicional no Brasil vem sendo utilizada como recurso forrageiro há décadas (Faria, 1993). A elevada produção de matéria seca por área disponível no período seco do ano e o baixo custo de produção em relação às culturas de milho e sorgo, a facilidade de cultivo, bem como o conhecimento e a correção de suas deficiências nutricionais, permitiram a massificação de sua utilização na alimentação de bovinos de leite.

Estas características permitem viabilizar a expansão da produção de leite em propriedades localizadas em regiões com limitações de áreas para o cultivo de culturas anuais, como as regiões mineiras da Zona da Mata e Campos das Vertentes, onde apenas 24,04% e 23,26% das áreas

próprias utilizadas na pecuária leiteira apresentam relevo de baixadas (Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais, 1996).

Entretanto, a maioria dos trabalhos de pesquisa limitou o uso da cana-de-açúcar para vacas de baixa produção (Castro et al., 1969; Naufel et al., 1969; Nogueira Filho et al., 1977; Biondi et al., 1978; Boin et al., 1983a e b; Vale et al., 1986; Paiva et al., 1991; Cóser et al., 1998; Deresz et al., 1999; Vilela et al., 2003), refletindo na utilização mais concentrada da cana-de-açúcar em sistemas de menor potencial de produção individual de leite (Bressan et al., 1999).

Pesquisas com vacas em lactação em sistemas de confinamento total, produzindo de 20 à 30 kg/dia, têm apontado reduções no consumo de matéria seca quando a silagem de milho é substituída pela cana-de-açúcar em dietas com 40 a 55% de concentrado na matéria seca, levando a menores produções de leite e indícios de elevada mobilização de reservas corporais, com potencial de comprometer a eficiência reprodutiva (Valvasori et al., 1995; Pires et al., 1999; Magalhães, 2001; Corrêa et al., 2003; Souza, 2003a; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004).

Apesar da cana-de-açúcar não apresentar diferenças na quantidade de parede celular em relação à silagem de milho (Valadares Filho et al., 2002), a redução de consumo tem sido associada com o maior teor de fibra indigestível e menor taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível, que aumenta o tempo de retenção da digesta no retículo-rúmen e reduz a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal (Allen, 2000).

Para eliminar estes efeitos, faz-se necessário aumentar a quantidade de concentrado para níveis próximos de 60%, na base da matéria seca, em dietas para vacas produzindo 20 à 25 kg/dia de leite (Rodrigues, 2001; Costa, 2004). Como o concentrado maior participação no custo de produção de leite em sistemas intensivos (Ferreira, 2002), a substituição de fontes energéticas tradicionais, como o milho, por subprodutos da agroindústria poderá sustentar economicamente maiores consumos de concentrados.

Neste contexto, a casca de café e a casca de soja se destacam pela elevada oferta, preços competitivos e composição bromatológica que se adequa a alimentação de ruminantes como substituto de fontes de concentrados energéticos, com a vantagem adicional de não competir com os animais monogástricos (Teixeira, 1995; Blasi et al., 2000).

Dos cultivos agrícolas, a cafeicultura destaca-se por ser uma atividade que origina um volume elevado de resíduos. No Brasil, o preparo do café é por via seca, onde não há separação da polpa, mucilagem e casca (Caiete, 1984); assim, a industrialização deste produto resulta em proporções semelhantes de café beneficiado e casca. O Brasil, maior produtor mundial de café com 1,97 milhões de toneladas de café beneficiados em 2003 (MAPA, 2004), gerou cerca de 1,97

milhões de toneladas de casca de café, que representou 65,9% da demanda anual de milho para bovinocultura (Agrianual, 2004).

Alguns estudos, mostraram a possibilidade técnica e econômica de se incluir de 10 à 15% de casca de café, na matéria seca na dieta de vacas lactantes, substituindo o milho da ração concentrada, utilizando silagem de milho como volumoso (Barcelos et al., 1995; Souza, 2003b; Rocha et al., 2004). Porém, trabalhos utilizando casca de café em dietas à base cana-de-açúcar para vacas de leite são inexistentes. A cana-de-açúcar apresenta como uma das principais limitações nutricionais a baixa quantidade de precursores gliconeogênicos (Preston, 1977). Assim, substituições de fontes ricas em amido por subprodutos com baixo teor deste constituinte em dietas à base de cana-de-açúcar, poderão apresentar resultados diferentes dos obtidos em dietas com base na silagem de milho.

A casca de soja é um produto resultante do esmagamento do grão de soja para extração de óleo, do farelo de soja e da lecitina (Blasi et al., 2000). O Brasil, maior exportador e segundo maior produtor mundial de soja, produziu em 2003; 42,16 e 22,59 milhões de toneladas de soja em grãos e farelo de soja, respectivamente. Considerando um rendimento médio de 8 kg de casca de soja obtida para cada 100 kg de grão de soja esmagado (Mulrhead, 1993) e um esmagamento anual de 30,5 milhões de toneladas de grãos, a produção de casca de soja estimada em 2003 foi de 2,44 milhões de toneladas, que representou 84,0% da demanda anual de milho para bovinocultura (Agrianual, 2004).

Do ponto de vista nutricional, a casca de soja é um suplemento energético, chegando a 76% do valor energético do milho, porém com maior teor de fibra em detergente neutro (NRC, 2001). Alguns pesquisadores (Bernard & Mcneil, 1991; Sarwar et al., 1991) a consideram como um produto intermediário entre volumoso e concentrado, semelhante ao que ocorre a outros subprodutos agroindustriais, como polpa cítrica e resíduo de cervejaria. Outros, a classificam como um alimento concentrado (Hintz et al., 1964).

Trabalhos utilizando a casca de soja em substituição ao milho com níveis de inclusão de 14 a 40%, na base da matéria seca, não têm observado diferenças no desempenho de vacas em lactação, utilizando silagem de milho e de alfafa como volumosos exclusivos (MacGregor & Owen, 1976; Bernard & McNeil, 1991; Firkins & Eastridge, 1992; Cunningham et al., 1993; Pantoja et al., 1994; Elliott et al., 1995; Ipharraguerre et al., 2002; Assis et al., 2004). Entretanto, pesquisas com substituição do milho por casca de soja, utilizando cana-de-açúcar como volumoso em dietas de vacas lactantes são incipientes.

O desempenho animal é na essência uma função da ingestão de matéria seca, do teor de nutrientes digestíveis da dieta e da eficiência do animal em converter os nutrientes consumidos em

produto (Noler, 1997). Sob mesmas condições de resposta animal, a ingestão de matéria seca é o principal fator nutricional responsável pelas variações existentes na produção animal (Crampton et al., 1960).

Equações de predição de ingestão de matéria seca têm sido propostas por diversos sistemas (NRC, 1989; ARFC, 1993; CNCPS 5.0; NRC, 2001; Lana et al., 2004). Dentro do atual enfoque da pecuária de precisão, a acurácia destes modelos é fundamental para que respostas produtivas e econômicas sejam corretamente previstas e impostas.

O consumo animal também pode ser descrito através do comportamento alimentar, constituído pelos tempos de alimentação, ruminação, ócio, eficiência de alimentação e ruminação (Dado & Allen, 1995). Estas observações têm por objetivo auxiliar nas avaliações de dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar para melhoria do desempenho produtivo.

Dificuldades na avaliação da disponibilidade energética de alimentos têm incentivado o desenvolvimento de equações de predição de conteúdo energético, baseadas na relação entre composição química e concentração energética dos alimentos (Weiss et al., 1992). O NRC (2001) utilizou uma equação somativa que considera a fração do alimento para estimar o valor de nutrientes digestíveis totais e energia líquida dos alimentos. A utilização dessas equações sinaliza uma possibilidade de substituir os ensaios de digestibilidade *in vivo*; entretanto estudos de validação são necessários antes das equações serem recomendadas (Valadares Filho et al., 2003).

Avaliações de economicidade de dietas à base de cana-de-açúcar para vacas em lactação têm apontado menores resultados por litro de leite produzido e por vaca, em relação à silagem de milho (Magalhães, 2000; Souza, 2003a; Mendonça et al., 2004). Porém, quando se comparam diferentes forrageiras, a avaliação deverá incluir não somente o efeito da dieta na produção individual, mas também o impacto do rendimento forrageiro no contexto do sistema de produção (Undersander et al., 1993). Sob este prisma, a utilização da cana-de-açúcar para vacas produzindo de 20 a 25 kg/dia vem apresentando melhores saldos com alimentação por área (Nussio et al., 1998; Costa, 2004), indicador de maior correlação com rentabilidade em sistemas de produção de leite (Gomes, 2004). No entanto, estes resultados dependem de combinações favoráveis de preços relativos dos alimentos utilizados, sendo esta análise pouco explorada pela pesquisa. Adiciona-se este fato, a escassez de avaliações no Brasil de simulação de impacto bioeconômico de dietas em sistema reais de produção de leite.

Os ruminantes estão na dependência dos microrganismos ruminais para atender suas exigências de proteína e energia (Coelho da Silva & Leão, 1979; Valadares Filho & Valadares, 2001). Sob este aspecto, a busca pela eficácia e eficiência nos sistemas de alimentação requer a otimização do crescimento microbiano com minimização de perdas potenciais de nutrientes.

Os microrganismos ruminais necessitam de condições ecológicas específicas para permitir a normalidade do metabolismo e crescimento. O pH ruminal é o principal fator químico que afeta o crescimento microbiano, devendo manter-se na faixa de $6,7 \pm 0,5$ para permitir a adequada atividade microbiana (Van Soest, 1994).

O crescimento microbiano pode ser afetado pela disponibilidade de nutrientes exigidos pelos microrganismos ruminais, tais como carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre, ácidos graxos de cadeia ramificada (Sniffen et al., 1993).

A eficiência de utilização de energia e compostos nitrogenados pelos ruminantes tem sido monitorada através de mensurações simples da concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e/ou no leite (NUL), com objetivo de evitar perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais (Broderick & Clayton, 1997).

Devido ao elevado potencial de produção por área da cana-de-açúcar e da possibilidade de viabilizar sua utilização para vacas de maior produção de leite, desenvolveu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, para vacas de maior potencial de produção, sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de nutrientes, a produção e composição do leite, a variação de peso corporal dos animais, a mobilização de reserva corporal, o comportamento ingestivo, o desempenho econômico da atividade leiteira, o pH e concentração de amônia no rúmen, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparadas à dieta contendo silagem de milho com 40% de concentrado na base da matéria seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL – **Anuário da Agricultura Brasileira** – São Paulo: FNP Consultoria & Comércio: Editora Argos, 2003.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Energy and protein requirement of ruminant. Wallingford, UK. CAB internacional 1993, 159p.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.7, p.1598-1624. 2000.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. et al. Casca de soja em dietas de vacas leiteiras. I – Consumo, variação de peso, produção e composição de leite. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais...** CD ... SBZ. 2004. NR 49.
- BARCELOS, F.A.; SETTE, R.S.; ANDRADE, I.F. et al. **Aproveitamento da casca de café na alimentação de vacas em lactação**. Circular Técnica, v.46, n.6, p.1-4, 1995.
- BERNARD, J.K.; McNEILL, W.W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.991-995, 1991.
- BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.35, n.1, p.45-55, 1978.
- BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C. et al. **Soybean hulls: Composition and feeding value for beef and dairy cattle**. MF-2438. Kansas State Univ., Manhattan, KS. 2000.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagens de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 1. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...**Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983a, p.84.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BEISMAN, D. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 2. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...**Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983b, p.85.
- BRESSAN, M.; VERNEQUE R.S.; MOREIRA, P. **A pecuária de leite em Goiás**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Goiânia: Sindileite/Faeg, 1999.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CAIELLI, E.L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.36-38, 1984.
- CASTRO, A.C.G.; CAMPOS, J.; HILL, J. et al. Cana-de-açúcar “vesus” silagem de milho na produção de leite. **Revista Ceres**, v.14, n.80, p.203-223, 1967.
- CNCPS 5.0 – **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes**: documentação do Modelo CNCPS. / Fox, D.G. et al. Tradução: Lopes, F.C.F. et al. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- CORREA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p. 621-529, Oct./Dec. 2003.
- CÓSER, A.C; DEREZ, F.; MARTINS, C.E. Período de utilização de capim elefante em pastagens In: Pastejo de Capim Elefante. **Informe Agropecuário** , v.3, n.25, p.33-35, 1998.

- COSTA, M.G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, p.538-544. 1960.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. Nutrient digestion, nitrogen and amino acid flows in lactating cows feed soyben hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3523-3535, 1993.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995
- DERESZ, F; MOZZER, O.L.; CÓSER, A.C. et al. Manejo de pastagem do capim elefante para produção de leite. In: **Pastejo de Capim Elefante.** Informe Agropecuário, v.19, n.192, p.55-61, 1998.
- DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA LEITEIRA DO ESTADO DE MINAS GERAIS: **Relatório de pesquisa: Tabelas.** SEBRAE-MG; FAEMG – Belo Horizonte, 1996. 212p.
- ELLIOTT, J. P.; DRACKLEY, G. C.; FAHEY, J. R. et al. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1512-1525, 1995.
- FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em 15 de abril de 2004.
- FARIA, V.P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.). Simpósio sobre nutrição de bovinos, 5, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1993, p.01-16.
- FERREIRA, A.H. Eficiência de sistemas de produção de leite: uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão. **Dissertação de Mestrado.** Viçosa:UFV, 2002.
- FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating Dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2752-2760, 1992.
- GOMES, S.T. **Intensificar, ou não, o sistema de produção de leite.** 2004. Milkpoint. Disponível em www.milkpoint.com.br. Acesso em 01-01-2005.
- HINTZ, H.F.; MATHIAS, M.M.; LEY, H.F. et al. Effects of processing and feeding hay on the digestibility of soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v.27, p.23-47, 1964.
- IPHARREGUERRE, I.R.; IPHARRAGUERRE, R.R.; CLARK, J.H. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2905-2912, 2002.
- LANA, R.P.; FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C. et al. Predição e validação do desempenho de vacas leiteiras nas condições brasileiras e uso das equações para estimativa das exigências nutricionais. In: XXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais...** CD ... SBZ. 2004. NR 494.
- MACGREGOR, C.A.; OWEN, F.G. Effects of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.682-689, 1976.
- MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar (Saccharum officinarum, L.) em substituição à silagem de milho (Zea mays) em dietas para vacas em lactação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MENDONÇA, S.S; CAMPOS, J.M.S.; VALDARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição de leite, variáveis ruminais de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.2, p. 481-492, 2004.
- MESQUITA, A.J. Experiência da exportação do leite brasileiro e suas perspectivas. In: GESTÃO AMBIENTAL E POLÍTICAS PARA O AGRONEGÓCIO DO LEITE. **Anais...** Juiz de Fora:

- Embrapa Gado de Leite; Brasília: MCT/CNPq; Araxá: Serra Nutrição Animal, 2003, p.47-58.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). 2005. www.mdic.gov.br. (04-01-2005).
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). www.agricultura.gov.br (04-01-2005).
- MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. **Feedstuffs**, v.655, n.46, p.12, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washinton, DC: National Academic Press. 1989. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy Cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academic Press. 200. 381p.
- NAUFEL, F.; GOEDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagem de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.26, sn, p.9-22, 1969.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L. et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.34, n.1, p.75-84, 1977.
- NOLLER, C.R. Nutritional requirements of the grazing animal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV, 1997, p.145.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, L.G. de; MATTOS, W.R.S. Planejamento da produção de alimentos para o inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL, 10, Planejamento da Exploração Leiteira. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 57-94. 1998.
- PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.
- PANTOJA, J.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. et al. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2341-2356, 1994.
- PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ROCHA, M.H.M. et al. 1999. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, (1999) 17par. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.
- PRESTON, T.R. Nutritive value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production** v.2, p.125-142. 1977.
- ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Casca de café em dietas de vacas em lactação : consumo, produção de leite e variação de peso. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais...** CD ... SBZ. 2004b. NR 180.
- RODRIGUES, A.A. Cana-de-açúcar e uréia para a alimentação de bovinos na época da seca. In: II SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO TÉCNICA DO NORDESTE MINEIRO, Teófilo Otoni. **Anais...** – CRMV-MG. 2001.
- SARWAR, M.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. Effects of neutral detergent fiber of forage with soyhull and corn gluten feed for dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1006-1017, 1991.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cows: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.

- SOUZA, A.L. **Casca de café em substituição ao milho na dieta de ovinos, novilhas leiteiras e vacas em lactação.** Viçosa, MG: UFV. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2003b.
- SOUZA, D.P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida.** Viçosa, MG: UFV. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2003a.
- TEIXEIRA, J.C. Café. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba, **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1995, p.123-152.
- UNDERSANDER, D.J.; HOWARD, W.T.; SHEWER, R.D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. **Journal Production Agriculture**. v.6, n.2, p.231-235. 1993.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2002. 297p.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, P.A.; JÚNIOR, V.R.R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. In: **Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragem.** Reis, R.P. et al. Jaboticabal, Editora Funep, 2003. 264p. p.71-86.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais...** p.229-247, 2001.
- VALLE, L.C.S; MOZZER, O.L.; NETO, J.L. et al. Níveis de concentrado para vacas em lactação em pastagens de capim elefante, no período seco. 1. Produção e composição do leite. In: XXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais.** SBZ. 1986. p.98.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.L.; ARCARO, J.R.P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.768-777, 2003.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite, comportamento ingestivo e avaliação econômica de dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras contendo casca de café ou casca de soja em substituição ao milho

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do milho grão pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado para vacas de leite, sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de nutrientes, a produção e composição do leite, a variação de peso corporal dos animais, a mobilização de reserva corporal, o comportamento ingestivo e o desempenho econômico da atividade leiteira, comparadas à dieta com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4X4, balanceados de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). A dieta controle constituiu-se de silagem de milho e 40% de concentrado, na MS. Três dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado na MS foram utilizadas, onde o milho foi substituído pela inclusão de 0% de casca, 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, na MS total da dieta. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CT) não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas, enquanto que o consumo de fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), cafeína e polifenóis totais diferiram ($P<0,05$). Apesar dos consumos de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais observado (NDT_{obs}) diferirem ($P<0,05$) entre as dietas, esses foram suficientes para atender as exigências nutricionais. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, CT e CNF e para os teores de NDT. O coeficiente de digestibilidade aparente da FDN foi maior ($P<0,05$) para a dieta à base de silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 10 % de casca de café, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja. Não houve diferenças ($P>0,05$) para produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, variação de peso, teores plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados, teores no leite de PB, gordura, extrato seco total (EST), e produções diárias de PB, gordura, lactose, EST e extrato seco desengordurado entre as dietas. A substituição da dieta com silagem de milho no período seco do ano, pelas dietas com cana-de-açúcar, apresentou potencial de aumentar a taxa de retorno do capital investido (em % ao ano), sendo dependente de combinações favoráveis de custos relativos da cana-de-açúcar e de preços relativos dos alimentos concentrados. Níveis de inclusão em dietas à base de cana-de-açúcar de 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, em substituição ao milho, para vacas com produção de 20 kg/dia, podem ser utilizados de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

Palavras-chave: Eficiência da produção de leite; rentabilidade; silagem de milho

Intake, nutrient apparent digestibility, milk production and composition, ingestive behavior and economic evaluation of the sugar-cane based diets with coffee hull or soybean hull replacing corn grain

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of corn grain replacement by coffee hull or soybean hull in sugar-cane based diets, with 60% concentrate, for dairy cows, on nutrient intake and apparent digestibility, milk production and composition, animal body weight variation, body reserve mobilization, ingestive behavior and economic performance of dairy industry, compared with corn silage based diet. 12 purebred and crossbred Holstein cows were assigned to three 4X4 latin squares, balanced according to the lactation period. Diets were isonitrogenous, with 14% crude protein, based on dry matter (DM). Diet control consisted of corn silage (AG-1051) and 40% concentrate, in DM. Three sugar-cane based diets (RB 73-9735) with 60% concentrate were used, with corn being replaced by 0% hull (without hull), 10% coffee hull or 20% soybean hull, in DM total diet. The intake of DM, organic matter (OM) and total carbohydrates (TC) did not differ ($P>0,05$) among diets, whereas neutral detergent fiber intake (NDF), no fiber carbohydrates (NFC), ether extract (EE), caffeine and total polyphenols (TPF) differ ($P<0,05$). In spite of the crude protein intake (CP) and observed total digestible nutrients (TDNobs) differ ($P<0,05$) among diets, they were enough to meet the nutrient requirements. No differences were observed ($P>0,05$) for the coefficients of apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, TC, NFC, and TDNobs. The FDN coefficient of apparent digestibility was higher ($P <0,05$) for the diet based on corn silage compared to diets with sugar-cane without hull and with 10% coffee hull, but it was not different ($P>0,05$) from the sugar-cane diet with 20% soybean hull. There were no differences ($P>0,05$) for milk production with and without correction for 3,5% fat, body weight variation, plasma levels of non-esterified fatty acids (NEFA), milk crude protein (CP), fat (F), total solids (TS), and daily productions of CP, F, lactose (LA), TS and non fat solids (NFS) among the diets. The replacement of the corn silage diet in the dry period of the year by sugar-cane diets, showed potential for increasing the rate of return on the capital (% per year), being dependent of favorable combinations of sugar-cane relative costs and of the concentrate relative prices. Inclusion levels in sugar-cane based diets, with 10% coffee hull or 20% soybean hull, replacing corn, for cows producing 20 kg of milk, can be used according to availability and economic convenience.

Keywords: Milk production efficiency; profitability; corn silage.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, cultura tradicional no Brasil vem sendo utilizada como recurso forrageiro há décadas (Faria, 1993). A elevada produção de matéria seca por área disponível no período seco do ano e o baixo custo de produção em relação às culturas de milho e sorgo, a facilidade de cultivo, bem como o conhecimento e a correção de suas deficiências nutricionais, permitiram a massificação de sua utilização na alimentação de bovinos de leite.

Estas características permitem viabilizar a expansão da produção de leite em propriedades localizadas em regiões com limitações de áreas para o cultivo de culturas anuais, como as regiões mineiras da Zona da Mata e Campos das Vertentes, onde apenas 24,04% e 23,26% das áreas próprias utilizadas na pecuária leiteira apresentam relevo de baixadas (Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais, 1996).

Entretanto, a maioria dos trabalhos de pesquisa limitou o uso da cana-de-açúcar para vacas de baixa produção (Castro et al. 1969; Naufel et al., 1969; Nogueira Filho et al., 1977; Biondi et al., 1978; Boin et al., 1983a e b; Vale et al., 1986; Paiva et al., 1991; Cóser et al., 1998; Deresz et al., 1999; Vilela et al., 2003), refletindo na utilização mais concentrada da mesma, em sistemas de menor potencial de produção individual de leite (Bressan et al., 1999).

Pesquisas com vacas em lactação em sistemas de confinamento total, produzindo de 20 à 30 kg/dia, têm apontado reduções no consumo de matéria seca, quando a silagem de milho é substituída pela cana-de-açúcar em dietas com 40 a 55% de concentrado na matéria seca, levando a menores produções de leite e indícios de elevada mobilização de reservas corporais, com potencial de comprometer a eficiência reprodutiva (Valvasori et al., 1995; Pires et al., 1999; Magalhães, 2001; Corrêa et al., 2003; Souza, 2003a; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004).

Apesar da cana-de-açúcar não apresentar diferenças na quantidade de parede celular em relação à silagem de milho (Valadares Filho et al., 2002), a redução de consumo tem sido associada com o maior teor de fibra indigestível e menor taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível, que aumenta o tempo de retenção da digesta no retículo-rúmen e reduz a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal (Allen, 2000).

Para eliminar estes efeitos, faz-se necessário aumentar a quantidade de concentrado para níveis próximos de 60%, na base da matéria seca, em dietas para vacas produzindo 20 à 25 kg/dia de leite (Rodrigues, 2001; Costa, 2004). Como o concentrado tem maior participação no custo de produção de leite em sistemas intensivos (Ferreira, 2002), a substituição de fontes energéticas tradicionais, como o milho, por subprodutos da agroindústria poderá sustentar economicamente maiores consumos de concentrados.

Neste contexto, a casca de café e a casca de soja se destacam pela elevada oferta, preços competitivos e composição bromatológica que se adequa a alimentação de ruminantes como substituto de fontes de concentrados energéticos, com a vantagem adicional de não competir com os animais monogástricos (Teixeira, 1995; Blasi et al., 2000).

Alguns estudos mostraram a possibilidade técnica e econômica de se incluir de 10 à 15% de casca de café, na matéria seca na dieta de vacas lactantes, substituindo o milho da ração concentrada, utilizando silagem de milho como volumoso (Barcelos et al., 1995; Souza, 2003b; Rocha et al., 2004a). Porém, trabalhos utilizando casca de café em dietas à base cana-de-açúcar para vacas de leite são inexistentes.

A casca de soja é um produto resultante do esmagamento do grão de soja para extração de óleo, do farelo de soja e da lecitina (Blasi et al., 2000). O Brasil, maior exportador e segundo maior produtor mundial de soja, produziu em 2003; 42,16 e 22,59 milhões de toneladas de soja em grãos e farelo de soja, respectivamente. Considerando um rendimento médio de 8 kg de casca de soja obtida para cada 100 kg de grão de soja esmagado (Mulrhead, 1993) e um esmagamento anual de 30,5 milhões de toneladas de grãos, a produção de casca de soja estimada em 2003 foi de 2,44 milhões de toneladas, que representou 84,0% da demanda anual de milho para bovinocultura (Agrianual, 2004).

Equações de predição de ingestão de matéria seca têm sido propostas por diversos sistemas (NRC, 1989; ARFC, 1993; CNCPS 5.0; NRC, 2001; Lana et al., 2004). Dentro do atual enfoque da pecuária de precisão, a acurácia destes modelos é fundamental para que respostas produtivas e econômicas sejam corretamente previstas e impostas.

Assim, em virtude do elevado potencial de produção por área da cana-de-açúcar e da possibilidade de viabilizar sua utilização para vacas de maior produção de leite, desenvolveu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, para vacas de maior potencial de produção, no consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, na produção e composição do leite, na variação de peso corporal dos animais, na mobilização de reserva corporal, no comportamento ingestivo e no desempenho econômico da atividade leiteira, comparadas a dieta com base na silagem de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de junho a setembro de 2003.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude geograficamente definida pelas coordenadas de 20° 45' 20'' de latitude sul e 42° 52' 40'' de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e águas de outubro a março. A precipitação média anual é de 1341,2mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, balanceados de acordo com o período de lactação. Os animais do 1º-, 2º- e 3º- quadrado latino, entraram em experimento com média de 116, 176 e 211 dias de lactação e saíram com 192, 252 e 287 dias de lactação, respectivamente. Todas as vacas apresentaram no final do experimento menos de 150 dias de gestação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 19 dias cada um, sendo os 12 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo, da digestibilidade aparente dos nutrientes, da produção de leite e sua composição, variação de peso, determinação dos níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados e avaliação do comportamento ingestivo.

Os animais foram alimentados com quatro dietas. A dieta controle foi constituída de silagem de milho (*Zea mays*, híbrido AG-1051) com 40% de concentrado, na base da matéria seca. Três dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L; variedade RB 73-9735) com 60% de concentrado, na base da matéria seca, foram utilizadas, onde o milho da ração concentrada foi substituído pela inclusão de 0% de casca (sem casca), 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, na base da matéria seca total da dieta. A cana-de-açúcar utilizada estava no seu segundo corte, com aproximadamente 10 meses após o último corte. Para todas as dietas contendo cana-de-açúcar foi adicionada 1% da mistura de nove partes de uréia e uma parte de sulfato de amônio, com base na matéria natural e também foram adicionados aos concentrados bicarbonato de sódio e óxido de magnésio na proporção de 2:1.

A casca de café utilizada foi produzida pela Usina de Café, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. A casca de café e a casca de soja, antes de serem adicionadas

e misturadas aos ingredientes das rações concentradas, foram moídas no mesmo moinho e com a mesma peneira utilizada na moagem do milho.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$CT = 100 - (\% \text{ de proteína bruta (PB)} + \% \text{ de extrato etéreo (EE)} + \% \text{ de cinzas})$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}), foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo:

$$CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \%uréia) + \%FDN + \%EE + \%Cinzas].$$

$$CNF_{cp} = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \%uréia) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%Cinzas].$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25EED$$

Em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas às proporções dos ingredientes utilizados na dieta total e na mistura de concentrados em cada dieta. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 14% de PB, de forma a atender as exigências nutricionais de uma vaca com 580 kg de peso corporal, 30 semanas de lactação, produzindo diariamente 20 kg de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001). A composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados e das dietas experimentais podem ser observadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento na ordem de 10%, com base na matéria natural. No momento da alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens das dietas e sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes da dieta expressa na base da matéria seca (% na MS)

Ingredientes	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
Silagem de milho	60,00			
Cana-de-açúcar corrig. ¹		40,00	40,00	40,00
Fubá de milho	21,00	41,09	31,09	21,09
Casca de café			10,00	
Casca de soja				20,00
Farelo de soja	8,50	6,90	6,60	3,90
Farelo de trigo	6,54	6,29	6,66	9,56
Farelo de algodão	2,03	3,10	3,10	3,10
Uréia/S. de amônio (9:1)	0,60			
Tamponantes ²		0,85	0,85	0,85
Mistura mineral	1,33	1,77	1,70	1,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura de uréia mais sulfato de amônio, base da matéria natural, na proporção de 9:1; ² 67% de bicarbonato de sódio e 33% de óxido de magnésio.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes da ração concentrada, expressa na base da matéria seca (% na MS)

Ingredientes	Ração concentrada			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
Fubá de milho	52,50	68,48	51,85	35,15
Casca de café			16,67	
Casca de soja				33,33
Farelo de soja	21,25	11,50	11,00	6,50
Farelo de trigo	16,35	10,48	11,10	15,93
Farelo de algodão	5,08	5,17	5,17	5,17
Uréia/S. de amônio (9:1)	1,50			
Tamponantes ¹		1,42	1,42	1,42
Mistura mineral ²	3,33	2,95	2,83	2,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ 67% de bicarbonato de sódio e 33% de óxido de magnésio; ² Fosfato bicálcico (15,05; 25,75; 29,75; 27,49), calcário calcítico (48,52; 42,10; 38,58; 35,16), sal comum (29,75; 23,46; 24,88; 28,53), flor de enxofre (3,07; 3,04; 3,95; 5,63), sulfato de zinco (1,33; 1,00; 1,04; 1,17), sulfato de cobre (0,30; 0,22; 0,23; 0,26), sulfato de manganês (0,93; 0,70; 0,73; 0,82), iodato de potássio (0,0077; 0,0058; 0,0060; 0,0068), sulfato de cobalto (0,0152; 0,0114; 0,0120; 0,0134), selenito de sódio (0,0050; 0,0037; 0,0039; 0,0044) e cloreto de potássio (2,93; somente para RC cana sem casca). Os valores entre parênteses representam os teores das fontes de minerais na mistura mineral das rações concentradas das dietas silagem de milho; cana-de-açúcar sem casca, com 10% de casca de café e com 20% de casca de soja, respectivamente.

Tabela 3 – Teores médios de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e insolúveis em detergente ácido (NIDA); extrato etéreo (EE); carboidratos totais (CT); fibra em detergente neutro (FDN); FDN corrigida para proteína (FDN_p); FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); carboidratos não fibrosos (CNF); carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}); fibra em detergente ácido (FDA); FDA indigestível (FDAI); lignina; relação lignina/FDN; cafeína e polifenóis totais (PFT); nutrientes digestíveis totais estimados ao nível de manutenção (NDT_m); nutrientes digestíveis totais estimados para um nível de ingestão de 2,55M (NDT_p) e energia líquida de produção (EL_p) obtidos para os alimentos.

Itens	Silagem de milho	Cana-de-açúcar corrigida ⁴	Casca de café	Casca de soja	Milho	Farelo de soja	Farelo de trigo	Farelo de algodão
MS %	32,12	27,04	87,70	89,21	88,26	88,81	86,28	89,98
MO ¹	94,93	97,76	93,55	95,77	99,20	93,59	94,56	93,88
PB ¹	6,22	11,84	10,16	13,51	8,85	49,28	18,09	38,48
NNP ²	43,77	73,02	32,67	19,88	21,80	18,80	26,76	16,80
NIDN ²	23,35	9,14	37,58	31,03	9,56	7,04	16,76	5,26
NIDA ²	15,43	5,24	24,26	7,34	4,24	2,56	3,43	2,78
EE ¹	1,80	0,55	1,02	3,24	4,13	1,30	2,52	0,34
CT ¹	86,91	85,38	82,37	79,02	86,21	43,01	73,90	55,06
FDN ¹	57,16	42,24	54,87	61,13	12,82	11,27	44,40	37,85
FDN _p ¹	55,74	40,53	51,04	56,94	11,98	7,80	41,10	35,85
FDN _{cp} ¹	53,69	39,51	49,26	56,07	11,62	6,81	40,98	34,51
CNF ¹	29,75	48,54	27,50	17,89	74,59	36,20	32,92	20,54
CNF _{cp} ¹	33,22	51,98	33,11	22,95	75,79	40,66	36,34	23,88
FDA ¹	33,20	26,17	40,50	44,45	1,92	8,81	13,10	23,60
FDAI ¹	17,23	16,70	31,17	5,86	0,65	0,02	11,18	10,77
Lignina (KMnO ₄) ¹	4,40	5,33	10,30	3,99	1,15	1,16	0,64	1,06
Lignina/FDN ¹	7,70	12,62	18,77	6,53	8,97	10,29	14,41	2,80
Cafeína ¹	0,32	0,26	0,46	0,31	0,23	0,23	0,17	0,28
PFT ¹	0,75	0,48	0,89	0,25	0,15	0,39	0,32	0,62
NDT _m ^{1,3}	62,01	74,64	53,16	66,62	88,28	80,37	71,23	68,34
NDT _p ^{1,3}	60,67	69,78	53,16	64,00	79,62	73,91	67,18	65,24
EL _p ³ (Mcal/kg)	1,14	1,45	0,96	1,34	1,77	1,96	1,48	1,61

¹ Valores em percentagem da MS; ² Valores em percentagem do nitrogênio total; ³ Estimado segundo NRC (2001); ⁴ correção com 1% da mistura de uréia + sulfato de amônio (9:1), com base na matéria natural.

Tabela 4 – Teores médios de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA); extrato etéreo (EE); carboidratos totais (CT); fibra em detergente neutro (FDN); FDN corrigida para proteína (FDN_p); FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); carboidratos não fibrosos (CNF); carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}); fibra em detergente ácido (FDA); FDA indigestível (FDAI); lignina; relação lignina/FDN; cafeína e polifenóis totais (PFT); nutrientes digestíveis totais estimados ao nível de manutenção (NDTm); nutrientes digestíveis totais estimados com nível de ingestão de 2,55M (NDTp) e energia líquida de produção (Elp) obtidos para as dietas experimentais.

Itens	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
MS %	54,72	64,01	63,94	64,10
MO ¹	94,31	95,61	94,94	95,32
PB ¹	13,33	14,09	14,16	14,12
NNP ²	36,38	38,18	38,91	38,25
NIDN ²	11,77	9,02	11,06	13,77
NIDA ²	6,16	3,99	5,41	4,74
EE ¹	2,23	2,18	1,88	1,55
CT ¹	78,74	79,34	78,90	79,15
FDN ¹	41,58	26,87	31,11	37,76
FDN _p ¹	40,01	25,34	29,29	35,57
FDN _{cp} ¹	38,59	24,67	28,48	34,81
CNF ¹	38,15	54,91	50,23	43,82
CNF _{cp} ¹	41,14	57,11	52,86	46,78
FDA ¹	22,43	13,43	17,23	22,23
FDAI ¹	11,35	7,91	10,93	9,29
Lignina (KMnO ₄) ¹	3,35	3,09	3,98	3,69
Lignina/FDN ¹	8,06	11,50	12,79	9,77
Cafeína ¹	0,279	0,233	0,307	0,215
PFT ¹	0,546	0,319	0,557	0,333
NDTm ^{1,3}	69,22	78,35	74,91	73,89
NDTp ^{1,3}	65,59	72,03	69,46	68,87
ELp ³ (Mcal/kg)	1,36	1,59	1,48	1,49

¹ Valores em percentagem da MS; ² Valores em percentagem do nitrogênio total; ³ Estimado pelo NRC (2001).

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades dos volumosos e rações concentradas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento na ordem de 10%, com base na matéria natural. No momento da

alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens das dietas e sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

O preparo das amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras diárias e as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), compostos nitrogenados totais (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) seguiram as especificações descritas em Silva & Queiróz (2002).

A determinação de nitrogênio não protéico (NNP) dos alimentos foi realizada segundo Licitra et al. (1996). Foi determinada a atividade ureática da casca de soja pelo método n^o-20 que utiliza a variação de pH como indicador (SINDIRAÇÕES), obtendo-se valor de 0,46.

Amostras compostas dos alimentos e das sobras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Qualidade do Café, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais para determinação dos níveis dietéticos e consumo de cafeína e de polifenóis totais (PFT). Os PFT totais foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963) e determinados pelo método de Folin Denis (AOAC, 1990). A cafeína foi determinada segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A quantidade total de MS fecal excretada, utilizada na determinação da digestibilidade aparente dos alimentos, foi estimada pela concentração de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), obtida após incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes em sacos de ankom (filter bag 57) por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986). As fezes foram coletadas no 13^o e 16^o dias de cada período experimental, sempre antes das ordenhas da manhã e da tarde, sendo acondicionadas em sacos plásticos, que foram armazenados em freezer à -15°C e ao final do período de coleta foi feita amostra composta por animal com base no peso seco ao ar.

Os consumos de MS foram comparados com os valores estimados segundo as equações descritas pelo NRC (1989), CNCPS, AFRC (1993), NRC (2001), e Lana et al. (2004).

Os valores estimados de nutrientes digestíveis totais (NDT) para o nível de manutenção (NDT_m), de NDT para o nível de produção (NDT_p) e de energia líquida para o nível de produção (EL_p) dos alimentos foram obtidos segundo as equações descritas no NRC (2001). Para efetuar a correção na digestibilidade de manutenção para produção, considerou-se um consumo de 2,55 vezes a manutenção (2,55M), calculado considerando as exigências de manutenção e produção de leite estimadas pelo NRC (2001).

Os valores observados para as digestibilidade aparente de PB, EE, FDN, CNF e NDT foram comparados, para validação, com os valores estimados pelo NRC (2001), sendo utilizada a fração metabólica fecal ajustada de 2,625; 1,361 e 3,014 para PB, EE e CNF, respectivamente, para transformar a digestibilidade verdadeira em aparente, segundo Weiss et al. (1992).

O procedimento de validação foi feito por intermédio do ajuste de modelo de regressão linear simples (Regressão 1.: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$) dos valores preditos sobre os valores observados, conforme descritos por Rocha Júnior et al. (2003). As estimativas dos parâmetros de Regressão 1 foram testadas sobre as seguintes hipóteses (1 e 2):

$$(1) H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

$$(2) H_0 : \beta_1 = 1$$

$$H_a : \beta_1 \neq 1$$

No caso de aceitação de ambas as hipóteses de nulidade, conclui-se que o valores preditos e observados são similares. Em situação contrária, nova equação de regressão foi traçada, suprimindo-se o parâmetro relativo ao intercepto (Regressão 2), de acordo com o seguinte modelo: $Y_i = \beta_1 X_i + e_i$. No caso da rejeição da hipótese de nulidade 1 e aceitação da hipótese de nulidade 2, conclui-se que há uma correspondência, com presença de vício constante, que corresponde a estimativa do intercepto. Já no caso de aceitação da primeira e rejeição da segunda hipótese de nulidade, é verificada a presença de vício global de estimação (BGE). Sob rejeição das duas hipóteses, certifica-se da presença de dois vícios, sendo considerado apenas o BGE.

O (BGE) foi estimado como:

$BGE = (b_1 - 1) \times 100$; em que: b_1 = estimativa do coeficiente angular da equação de regressão 2; e “1” = valor paramétrico para o coeficiente angular sob a pressuposição de H_0 ser verdadeira. Os procedimentos estatísticos para estimativa da equação de regressão 1 foram realizados utilizando o programa SAS, versão 8.0 (SAS), com nível de 10% de significância. Os procedimentos estatísticos para estimativa da equação de regressão 2 foram realizados utilizando planilhas do Excel.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite. Através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foi coletada amostra de leite, aproximadamente 300 ml, no 16º dia, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas, que foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total, segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996).

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

$$\text{PLC} = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais para avaliar a variação de peso. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas. Para o cálculo da variação diária de peso (VP), foram considerados os pesos do sétimo dia de adaptação e do final de cada período experimental.

Amostras de sangue foram coletadas no 16º dia por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante (EDTA). Imediatamente foram centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos, sendo então retiradas amostras de plasma, que foram acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15°C para análise de ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Para a determinação de AGNE, foi utilizado kit comercial (Wako) adotando-se a metodologia de otimização de reagentes proposta por Jonhson & Peters (1993).

No 17º dia de cada período experimental, os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. Os animais foram observados a cada dez minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. No dia seguinte, foi realizada a contagem do número de mastigações merícicas e tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a utilização de cronômetro digital. Para essa avaliação, foram feitas observações de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (10-12; 14-16 e 19-21 horas), medindo-se a média do número de mastigações merícicas e o tempo gasto por bolo ruminal. Essa observação foi feita em todos os animais do experimento. Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

A eficiência de alimentação (EAL), a eficiência de ruminação (ERU), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações merícicas por dia (NMM_{nd}) foram obtidos, segundo metodologia descrita por Burger et al. (2000).

Para a realização da análise econômica das dietas foi idealizado um sistema de produção de leite numa área de 50 hectares, em regime de confinamento total, baseado nos coeficientes zootécnicos e econômicos de um sistema real de produção de leite na região de Viçosa-MG, fornecido pelo Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da Região de Viçosa (PDPL-RV). Os coeficientes zootécnicos e econômicos, os preços do leite e dos alimentos concentrados e os custos dos volumosos utilizados na simulação podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficientes técnicos e econômicos, preço do leite, custos de produção dos volumosos e preços dos alimentos concentrados utilizados para simulação dos resultados de eficiência econômica do sistema de produção de leite.

Especificação	Valor
Área disponível para produção de volumosos	50 ha
Participação da venda de leite na renda bruta da atividade leiteira	87,47%
Rebanho (em função de n vacas) :	
vacas em lactação	0,74n
vacas secas	0,26n
novilha de 0 – 1 ano	0,35n
novilha de 1 – 2 anos	0,34n
Total	1,69n
Produtividade do milho para ensilagem ¹ (descontado as perdas)	40 toneladas/ha
Produtividade da cana-de-açúcar ¹ (descontado as perdas)	80 toneladas/ha
Gastos anuais por total de vaca com :	
alimentação concentrada p/ vacas secas e fêmeas de reposição	R\$ 145,70/vaca
mão-de-obra (não incluída p/ distribuição do volumoso)	R\$ 250,0/vaca
minerais	R\$ 84,10/vaca
sanidade	R\$ 43,67/vaca
material de ordenha	R\$ 17,50/vaca
aleitamento artificial	R\$ 96,70/vaca
energia elétrica	R\$ 43,60/vaca
inseminação artificial	R\$ 80,00/vaca
assistência técnica	R\$ 30,00/vaca
reparos em benfeitorias	R\$ 20,30/vaca
reparos em máquinas	R\$ 40,00/vaca
outros gastos	R\$ 2,40/vaca
Capital médio investido por total de vacas em:	
Benfeitorias	R\$ 820,00/vaca
Maquinas	R\$ 490,00/vaca
Valor da terra	R\$ 3.000,00/ha
Valor médio de uma vaca	R\$ 1.500,00/cab
Valor médio de uma novilha de 0 – 1 ano	R\$ 600,00/cab
Valor médio de uma novilha de 1 – 2 anos	R\$ 1.200,00/cab
Preço do leite (livre de frete e INSS) ³	R\$ 0,53/litro
Custo de produção da silagem de milho ^{1,2}	R\$ 50,00/tonelada
Custo de produção da cana-de-açúcar corrigida ^{1,2}	R\$ 28,00/tonelada
Preço do milho grão ^{1,3}	R\$ 0,375/kg
Preço da casca de café ^{1,3}	R\$ 0,050/kg
Preço da casca de soja ^{1,3}	R\$ 0,290/kg
Preço do farelo de soja ^{1,3}	R\$ 0,770/kg
Preço do farelo de trigo ^{1,3}	R\$ 0,329/kg
Preço do farelo de algodão ^{1,3}	R\$ 0,505/kg
Preço da mistura uréia + sul. de amônio ³	R\$ 1,036/kg
Preço da mistura de tamponantes ³	R\$ 2,319/kg
Preço do sal mineral ³	R\$ 1,466/kg

¹ base da matéria natural.

² custos obtidos na região de Viçosa, com preços de dezembro de 2004. Incluído os custos com distribuição.

³ valores médios praticados em Minas Gerais no ano de 2004, corrigidos para Dez-04 pelo IGP-DI.

A avaliação correspondeu a um período de doze meses. No sistema de produção controle (Silagem de milho com 40% de concentrado), a silagem de milho foi fornecida como volumoso exclusivo para as vacas em lactação ao longo do ano. Nas dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, para simulação do sistema considerou-se a utilização de 182,5 dias de cana-de-açúcar (período seco do ano) e 182,5 (período chuvoso) da dieta à base de silagem de milho com 40% de concentrado.

Utilizou-se como medida de resultado econômico, a margem líquida da atividade leiteira (total por ano, por total de vacas e por área), margem líquida do leite (por litro) e a taxa de retorno do capital investido (% ao ano). A margem líquida da atividade compreende a diferença entre renda bruta da atividade leiteira (venda de leite + animais) e o custo operacional total da atividade leiteira. O custo operacional total incluiu os gastos com alimentação concentrada para o rebanho, volumosos para o rebanho, mão-de-obra permanente, minerais, sanidade, materiais de ordenha, aleitamento artificial, energia elétrica, inseminação artificial, assistência técnica, reparos em benfeitorias, reparos em máquinas, outros gastos, depreciação de máquinas, benfeitorias e canavial. O cálculo do custo operacional total do leite por litro, foi realizado segundo Gomes (2003). A taxa de retorno do capital investido (% ao ano) foi determinado dividindo-se a margem líquida da atividade leiteira (R\$/ano) pelo somatório do capital médio investido em terras, animais, máquinas, benfeitorias e forrageiras não anuais.

Foram analisados as diferenças na taxa de retorno do capital investido (DTRC) entre cada tratamento à base de cana-de-açúcar em relação à dieta com base na silagem de milho, em função de diferentes custos da cana-de-açúcar e diferentes preços do milho, farelo de soja, casca de café e casca de soja. Todos os custos e preços dos alimentos foram expressos na base da matéria natural.

Para a obtenção das estimativas dos coeficientes da regressão linear múltipla para DTRC de cada dieta à base de cana-de-açúcar, foram utilizados três diferentes custos do kg da cana-de-açúcar (0,5; 1,0 e 1,5 vezes o valor do custo da silagem de milho), três diferentes preços do kg do milho (0,5; 1,0 e 1,5 vezes o valor do preço litro de leite recebido pelo produtor), três diferentes preços do kg de farelo de soja (0,75; 1,50 e 2,25 vezes o valor do preço litro de leite recebido pelo produtor), três diferentes preços do kg da casca de café (0,3; 0,6 e 0,9 vezes o valor do preço do milho) e três diferentes preços do kg da casca de soja (0,40; 0,80; 1,20 vezes o valor do preço do milho), perfazendo um total de 243 combinações de resultados.

A dieta com cana-de-açúcar de maior DTRC para cada combinação, foi utilizada para gerar uma quarta equação de regressão linear múltipla, que permite estimar a viabilidade da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar, a partir do custo da cana-de-açúcar e preços do milho, farelo de soja, casca de café e casca de soja. Utilizou-se o procedimento de eliminação

de variáveis independentes não significativas ($P > 0,05$), permanecendo os modelos reduzidos que melhor explicassem as variáveis dependentes avaliadas, utilizando o programa SAEG, versão 7.0 (UFV, 1997a).

Os dados obtidos de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição de leite, variação corporal do peso dos animais, níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados e comportamento alimentar, foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey), utilizando-se o programa SAEG, versão 7.0. (UFV, 1997a), utilizando um nível de 5% de significância.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

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

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 $ijkl$;

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), cafeína, polifenóis totais (PFT), nutrientes digestíveis totais (NDTobs) e energia líquida de produção (ELp) são apresentados na Tabela 6. Observa-se que os consumos de MS (em kg/dia, % PV e g/kg^{0,75}), de MO e CT não diferiram (P>0,05) para as dietas experimentais.

Tabela 6 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), cafeína, polifenóis totais (PFT) e nutrientes digestíveis totais observado (NDTobs) e energia líquida de produção (EL) estimada para as dietas experimentais.

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
Consumos (Kg/dia)					
MS	18,35	20,07	18,83	20,29	10,45
MO	17,27	18,76	17,96	19,06	9,87
PB	2,54b	2,81ab	2,65 ^{ab}	2,86a	8,79
EE	0,42a	0,41a	0,34b	0,42a	13,52
CT	14,37	15,92	14,96	16,05	19,16
FDN	7,16a	4,99b	5,35b	7,26a	16,39
CNF	7,53c	11,53a	10,17b	9,40b	9,74
Cafeína ¹	51,66ab	47,69bc	56,61a	42,71c	13,49
PFT ¹	96,17a	62,45b	104,38a	70,38b	14,90
NDTobs	11,90b	14,29a	12,08b	13,58ab	13,55
ELp ²	24,96c	31,91a	27,87bc	30,23ab	10,65
Consumo (% do peso vivo)					
MS	3,20	3,42	3,29	3,50	10,51
FDN	1,24a	0,85b	0,94b	1,25a	16,92
Consumo (g/kg ^{0,75})					
MS	156,26	168,09	160,69	171,53	10,44

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem (P> 0,05) pelo teste de Tukey.

¹ expressos em gramas por dia; ² estimada segundo NRC (2001), expresso em Mcal/dia.

Redução no consumo de MS da dieta tem sido observada em diversos trabalhos que substituíram totalmente a silagem de milho por cana-de-açúcar para vacas lactantes em sistema de confinamento total (Paiva et al., 1991; Pires et al., 1999; Magalhães, 2000; Corrêa et al., 2003; Souza, 2003a; Mendonça et al., 2004), sendo atribuída a maior quantidade de FDN indigestível e menor taxa de digestão da FDN da cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, que segundo

Allen (2000) aumenta o tempo de retenção da digesta no retículo-rúmen e reduz a taxa de passagem no trato gastrointestinal, com efeito negativo sobre ingestão de MS.

Todavia, nos trabalhos supracitados a participação do concentrado (na base da MS) não foi alterada em relação a dieta à base de silagem de milho, sendo de 40% nos trabalhos de Magalhães (2001), Souza (2003a) e Mendonça et al. (2004); de 50% nos trabalhos de Pires et al. (1999) e Mendonça et al. (2004); e 45% no trabalho de Corrêa et al. (2003). Quando a participação do concentrado da dieta à base de cana-de-açúcar foi alterada para 60% (na base da MS), Costa (2004) não observou diferenças no consumo de MS em relação a dieta à base de silagem de milho e 40% de concentrado, estando de acordo com os resultados observados pelo presente trabalho. Estas observações confirmam a necessidade de maior participação do concentrado (60% base da MS) em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras de maior potencial de produção, como forma de compensar a limitação de consumo imposta pela parede celular da cana-de-açúcar.

Alguns pesquisadores têm observado reduções no consumo de MS quando a polpa e a casca de café são incluídas na dieta de ruminantes (Cabezas et al., 1976; Vargas et al., 1982; Barcelos et al., 1994; Barcelos et al., 1995; Rocha et al., 2004a) e que estas alterações estariam associadas à presença de compostos fenólicos e cafeína (Ramirez-Martine, 1988). Braham et al. (1973) propuseram que a cafeína seja uma das possíveis causas da diminuição do consumo de alimentos, sugerindo ser a responsável pelo aumento das concentrações de ácidos graxos livres no plasma, resultando em depressão do apetite e, conseqüentemente, menor ingestão de alimentos. Todavia, em vários estudos realizados no Brasil com bovinos de corte (Barcelos et al., 1997a; Barcelos et al., 1997b; Ribeiro Filho, 1998; Vilela, 1999) e com vacas em lactação (Barcelos et al., 1995; Souza, 2003b), não foram registradas reduções no consumo de MS.

Souza (2003b) não encontrou diferença no consumo de MS de vacas lactantes com produção de 23,4 kg/dia de leite, quando o milho da ração concentrada foi substituído pela casca de café em até 10% de inclusão na MS total da dieta, utilizando dietas com silagem de milho e 40% de concentrado (na base da MS). O consumo máximo de casca de café foi de 1,96 kg/dia (MS), semelhante ao valor obtido para a dieta de cana-de-açúcar com 10% de casca de café, de 1,83 kg/dia. Barcelos et al. (1995) também não encontraram diferença no consumo de MS de vacas em lactação, quando o milho da ração concentrada foi substituído pela casca de café, porém com 15,34% de inclusão total na MS, mas que representou praticamente o mesmo consumo de casca de café, 2 kg/dia (MS) no presente trabalho e aquele registrado por Souza (2003b).

No entanto, Rocha et al. (2004a), trabalhando com vacas lactantes recebendo dietas com silagem de milho e 40% de concentrado (na base da MS) observaram decréscimo linear no

consumo de MS, quando o milho da ração concentrada foi substituído pela casca de café. Porém, houve maior nível de inclusão, até 15% na MS total da dieta, correspondendo a um consumo de 2,68 kg/dia de casca de café (base da MS), superiores, portanto, aos encontrados no presente trabalho. Assim, pode-se afirmar que diferenças nos níveis de inclusão e no consumo de casca de café afetam o consumo de MS da dieta. Aparentemente, o consumo de até 2 kg/dia de casca de café não interfere na ingestão de MS e de nutrientes em dietas de vacas em lactação.

Apesar do aumento do teor de FDN da dieta de 26,87 para 37,76% (Tabela 4), na base da MS, quando 20% de casca de soja foi incluído em substituição ao milho na dieta à base de cana-de-açúcar, o consumo de MS não foi afetado ($P>0,05$). Resultados semelhantes para o consumo de MS (CMS) têm sido observados em diversos trabalhos com vacas lactantes, quando a casca de soja substituiu o milho com níveis de inclusão de até: 15% (MacGregor & Owen 1976); 18% (Elliott et al., 1995); 20% (Firkins & Eastridge, 1992; Pantoja et al., 1994); 23% (Bernard & McNeil, 1991); 25% (Cunningham et al., 1993); 30% (Mansfield & Stern, 1994; Assis et al., 2004); 34% (Sarwar et al., 1994); 40% (Ipharraguerre et al., 2002) e 48% na MS total da dieta (Nakamura & Owen, 1989), utilizando silagem de milho, silagem de alfafa, alfafa e gramíneas verdes, como volumoso exclusivo. A manutenção do CMS da dieta com cana-de-açúcar com a inclusão de 20% de casca de soja pode ser explicada pelo efeito positivo da elevada taxa de digestão da FDN, pequeno tamanho e alta densidade de partícula da casca de soja na taxa de passagem da FDN pelo trato gastrointestinal e, conseqüentemente, na ingestão de MS (Ipharraguerre, 2003).

Preston (1977) sugeriu que utilização da cana-de-açúcar corrigida com solução de uréia misturada com alimentos protéicos ricos em urease, como os subprodutos da soja, poderá comprometer o consumo pela redução da palatabilidade da dieta, que segundo Coelho da Silva & Leão (1979), foi devido à transformação da uréia em amônia e CO₂ pela enzima urease. De fato, foi observado durante o experimento um odor característico de amônia na ração total algumas horas após a mistura, e nas sobras das vacas que receberam a dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja. Todavia, a redução da aceitação da dieta somente ocorreu nos primeiros dias de adaptação, sendo aparentemente restabelecida logo após. A atividade ureática da casca de soja utilizada foi de 0,46, estando abaixo do limite de 0,60 estabelecido pela legislação brasileira (SINDIRAÇÕES, 1998).

Observa-se que o consumo de proteína bruta (PB) foi menor ($P<0,05$) para a dieta à base de silagem de milho em relação à dieta com cana-de-açúcar e 20% de casca de soja, mas não diferiu ($P>0,05$) das dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café. Isto ocorreu

provavelmente devido ao menor teor de PB da dieta contendo silagem de milho em relação às dietas à base de cana-de-açúcar.

Com relação ao extrato etéreo (EE), foi observado menor consumo ($P < 0,05$) para a dieta à base de cana-de-açúcar com 10% de casca de café. Isto provavelmente ocorreu devido ao menor teor de EE da casca de café (1,02%, base da MS) em relação ao milho (4,13%, base da MS). Souza (2003b) também observou redução no consumo de EE, quando o milho foi substituído pela casca com nível de inclusão de até 10% na MS da dieta.

Os consumos de FDN (em kg/dia e % do peso vivo) foram menores ($P < 0,05$) para as dietas à base de cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Comparando as dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, não se observou diferença ($P > 0,05$) para o consumo de FDN (em kg/dia e % do peso vivo). Maior consumo de FDN na dieta à base de silagem de milho em relação às dietas com base na cana-de-açúcar, também foram observados por Ribeiro et al. (2000), Magalhães (2001); Souza (2003a), Costa (2004) e Mendonça et al. (2004). A explicação desses autores está no maior consumo de MS na dieta contendo silagem de milho, uma vez que os teores de FDN foram próximos. Contudo, como no presente estudo a participação do concentrado na dieta foi alterada e o consumo de MS não diferiu ($P > 0,05$), a explicação para o maior consumo pode estar no maior teor de FDN das dietas à base de silagem de milho (41,48%, base da MS) e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja (37,76%, base da MS), em relação às dietas cana-de-açúcar sem casca (26,87%, base da MS) e com 10% de casca de café (31,11%, base da MS).

Os consumos de FDN, expressos em % do peso corporal, para as dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, estão de acordo com o valor observado por Mertens (1985) de 1,25% ($\pm 0,1\%$), que permite maximizar a ingestão de MS e energia de vacas em lactação. Contudo, o mesmo não ocorreu para as dietas à base de cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café, repetindo os resultados obtidos por Magalhães (2000), Souza (2003a), Costa (2004) e Mendonça et al. (2004). A maior relação lignina/FDN observada nas dietas de cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café pode explicar os resultados, pois essa reduz a taxa e a extensão da digestão da FDN, aumentando o tempo de retenção no retículo-rúmen, com efeito negativo no consumo de FDN (Allen, 2000).

O consumo de CNF foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo cana-de-açúcar sem casca em relação às demais devido ao maior teor de CNF. Entre as dietas contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café e 20% de casca de soja, o consumo de CNF não diferiu ($P > 0,05$), mas foi maior ($P < 0,05$) que o observado para dieta contendo silagem de milho, que pode ser explicado pelos maiores teores de CNF nessa dieta.

Os consumos de cafeína e PFT foram afetados pelas dietas, sendo observado maiores ($P < 0,05$) valores para as dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca de café, que não diferiram ($P > 0,05$). Estes resultados podem ser atribuídos ao maior teor de cafeína e PFT da silagem de milho em relação à cana-de-açúcar e da casca de café em relação ao milho.

Os teores dietéticos de cafeína e os valores de consumo de cafeína expressos em g/100 kg de peso vivo de 9,00 e 9,87 gramas, obtidos para as dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca de café, estão acima dos máximos tolerados por ruminantes em crescimento de 0,12% de cafeína na MS total e de 4,5 g de cafeína/100 kg de peso vivo, sem ocorrer redução no consumo de MS (Vargas et al., 1982). Já os teores dietéticos de PFT e os valores de consumo de PFT de 16,77 e 18,24 g/100 kg de peso vivo, obtidos para as dietas de silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca de café, estão abaixo dos níveis máximos tolerados por ruminantes em crescimento de 0,80% de PFT na MS total e de 28 g de PFT/100 kg de peso vivo (Vargas et al., 1982).

O consumo de NDT_{obs} foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo cana-de-açúcar sem casca em relação às dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca, e não diferiu ($P > 0,05$) da dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, que pode ser explicado pelo maior teor de NDT_p . Comparando as dietas contendo silagem de milho, cana-de-açúcar com 10% de casca de café e com 20% de casca de soja, o consumo de NDT_{obs} não diferiu ($P > 0,05$).

Comportamento semelhante foi observado no consumo de EL_p , no entanto, para a dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja foi maior ($P < 0,05$) em relação à dieta de silagem de milho, e não diferiu ($P > 0,05$) da dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café, explicado pelo maior teor de EL_p da dieta de cana-de-açúcar com 20% de casca de soja em relação à dieta com silagem de milho.

Na Tabela 7 encontram-se os valores estimados de exigências em proteína e energia para vacas lactantes com peso corporal médio de 580kg, produção média diária de 20kg/dia, com 3,5% de gordura, ganho de peso de 0,50 kg/dia e com 30 semanas de lactação, segundo o NRC (2001). Observa-se que apesar das diferenças ($P < 0,05$) no consumo de PB, NDT_{obs} e EL_p , esses ainda assim foram suficientes para atender as exigências em todos os tratamentos, com ligeiro déficit 0,06kg/dia de PB para a dieta com silagem de milho, mas que representou apenas 2,3% da exigência. O consumo de EL_p da dieta à base de silagem de milho atendeu as exigências sem haver excedente, enquanto nas dietas com base na cana-de-açúcar houve excedentes, que provavelmente foram direcionados para maiores ganhos de peso, uma vez que as vacas se encontravam no terço final de lactação, fase caracterizada pelo restabelecimento das reservas corporais. De fato, as vacas que receberam dietas à base de cana-de-açúcar obtiveram variações de

peso corporal superiores a 0,50 kg/dia (0,735; 0,812 e 0,701 kg/dia, para as dietas sem casca, com 10% de casca de café e 20% de casca de soja, respectivamente), enquanto as que receberam a dieta de silagem de milho a variação de peso foi próximo (0,485 kg/dia).

Tabela 7 – Valores observados e exigências de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL), segundo o NRC (2001), de vacas lactantes com 580 kg de peso corporal, produzindo 20 kg/dia em média com 3,5% de gordura, com ganho de peso de 0,50 kg/dia e 30 semanas de lactação, expressas em kg/dia.

Itens	Exigências	Dietas			
		Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
			Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
PB (Kg/dia)	2,60	2,54	2,81	2,65	2,86
Diferença		-0,06	+0,21	+0,05	+0,26
NDT (Kg/dia)	10,58 ¹	11,90	14,29	12,08	13,58
Diferença		+1,32	+3,71	+1,50	+2,29
EL (Mcal/dia)	24,87	24,96	31,91	27,87	30,23
Diferença		+0,09	+7,04	+3,00	+5,36

¹Estimado a partir da EL pelas fórmulas: EM = EL/ 0,65; ED = EM/0,82; NDT = ED/4,409.

Os valores médios de consumo de MS observados e preditos pelo NRC (2001), NRC (1989), CNCPS 5.0, AFRC (1993) e Lana et al. (2004), e as respectivas estimativas de parâmetros, níveis descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficiente de determinação para as equações de regressão são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores médios de consumo de matéria seca observados e preditos pelo NRC (2001), NRC (1989), CNCPS 5.0, AFRC (1993) e Lana et al. (2004) e respectivas estimativas de parâmetros, níveis descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficientes de determinação (r²) para as equações de regressão.

Itens	Valores médios ¹ (kg/dia)	Regressão 1						Regressão 2
		Intercepto		Coef. inclinação		r ²		Coef. Inclinação
		Estimativa	Valor-P ²	Estimativa	Valor-P ³	Estimativa	Valor-P	Estimativa
Observado	19,39							
NRC (2001)	18,43	13,7237	0,0001	0,2425	0,0001	0,2428	0,0004	0,941
NRC (1989)	16,11	10,7819	0,0001	0,2746	0,0001	0,2292	0,0006	0,824
CNCPS 5.0	16,56	11,8248	0,0001	0,2443	0,0007	0,2271	0,0007	0,829
ARFC (1993)	17,20	9,0285	0,0001	0,4218	0,0001	0,5049	0,0001	0,881
Lana (2004)	18,52	15,6267	0,0001	0,1491	0,0001	0,0369	0,1911	0,949

¹Valores observados considerados como variável independente; Regressão 1: $Y_i = a + b_i X_i + e_i$;

Regressão 2: $Y_i = b_i X_i + e_i$; ²H₀: $\beta = 0$ e H_a: $\beta \neq 0$; ³H₀: $\beta = 1$ e H_a: $\beta \neq 1$.

A avaliação estatística dos coeficientes de inclinação das retas em Regressão 1 para o NRC (2001), NRC (1989), CNCPS 5.0 e AFRC (1993) apontou a não-aceitação da hipótese de nulidade para todas as variáveis ($P < 0,10$). Em termos de intercepto, observou-se para estas variáveis a não-aceitação da hipótese de nulidade ($P < 0,10$), indicando na relação analisada a existência de um valor constante somado aos valores observados na forma independente aos valores preditos, o qual pode ser denotado com vício constante.

A avaliação estatística da Regressão 1 para variável Lana et al (2004) apontou a não significância ($P > 0,10$) do coeficiente de determinação (r^2), o que indica a inexistência de relação funcional entre os valores de CMS observados e preditos, apesar dos valores médios serem numericamente mais próximos do que os outros modelos. Este comportamento pode ser visualizado na Figura 2, onde observa-se uma elevada dispersão dos pontos em relação à reta de igualdade ($X=Y$).

A submissão das variáveis ao ajuste de equação sem a consideração do intercepto (Regressão 2), apontou subestimação dos valores preditos em relação aos observados em todos os modelos, apresentando vício global de -17,6%, -17,1%, -11,9%, -5,9% para as equações de predição do NRC (1989), CNCPS 5.0, AFRC (1993), NRC (2001), respectivamente. Este comportamento vicioso pode ser melhor visualizado nas Figuras 1 e 2, onde observa-se elevada concentração de pontos abaixo da reta de igualdade ($X=Y$) para NRC (1989), CNCPS 5.0 e AFRC (1993), e uma distribuição mais próxima e mais equitativa dos pontos acima e abaixo da reta de igualdade ($X=Y$) para o NRC (2001).

Ao que tudo indica, a equação de predição de CMS sugerida pelo NRC (2001) se ajustou melhor aos valores observados. No entanto, observa-se que enquanto os valores observados de CMS variaram de 15,1 a 24,9 kg/dia, os consumos preditos pelo NRC (2001) variaram apenas de 16,6 a 21,5 kg/dia, indicando que esse modelo não acompanhou as variações individuais no CMS. Este comportamento também foi observado nos modelos NRC (1989), CNCPS 5.0 e AFRC (1993). Já o modelo proposto por Lana et al. (2004), apesar do r^2 não significativo, se ajustou melhor as variações individuais no CMS, pois o CMS predito variou de 14,9 à 22,6 kg/dia.

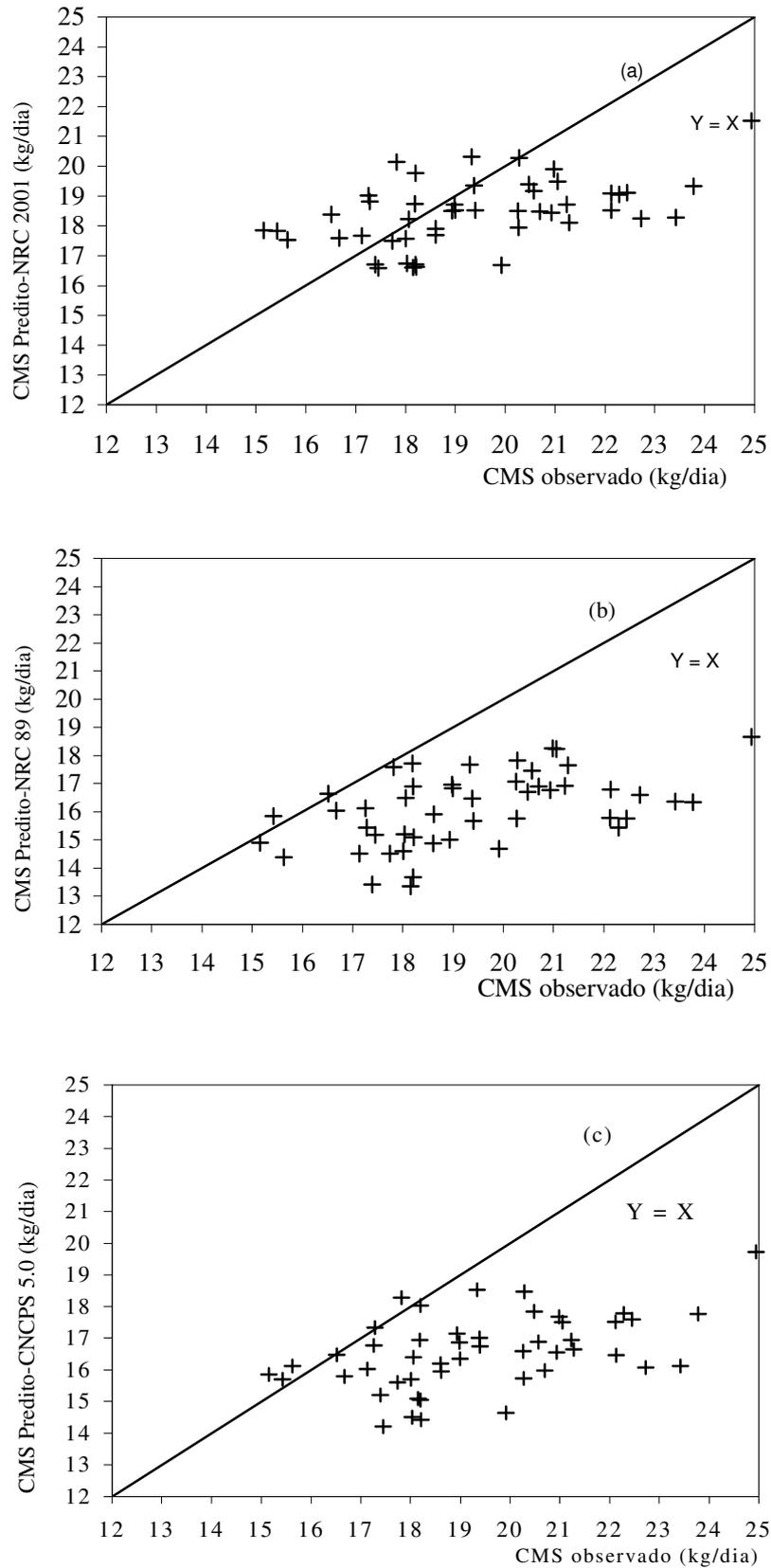


Figura 1 – Relação entre consumos de matéria seca (CMS) observados e estimados pelo NRC (2001) (a), NRC (1989) (b), CNCPS 5.0 (c).

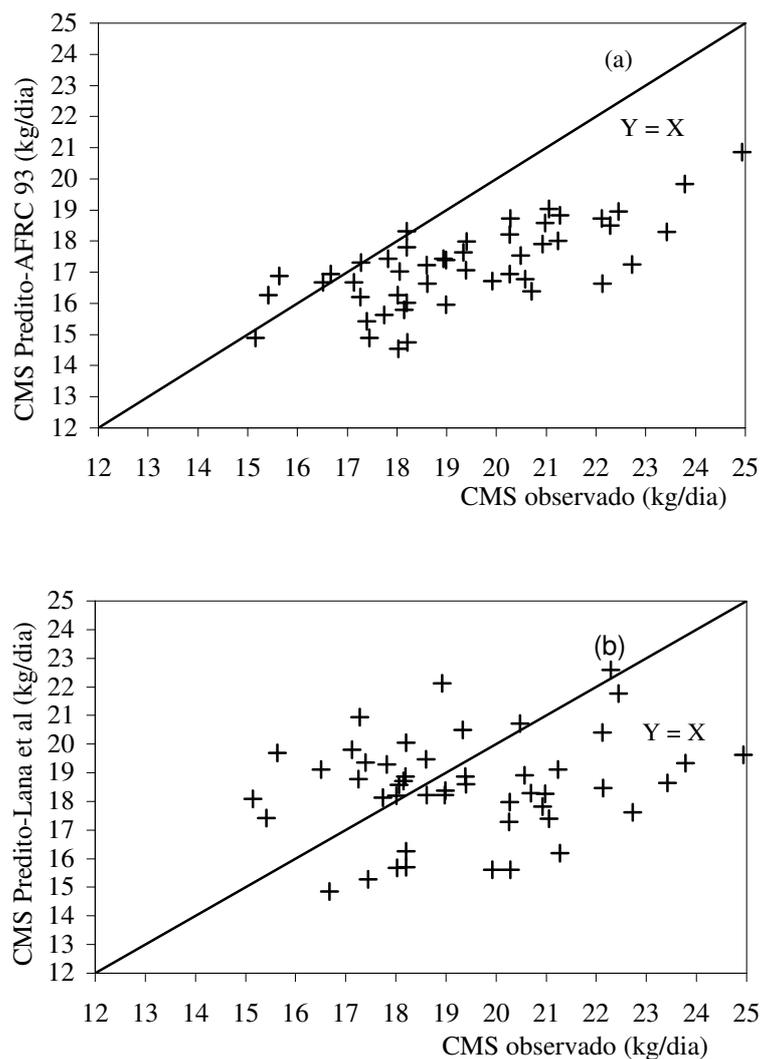


Figura 2 - Relação entre consumo de matéria seca (CMS) observados e estimados pelo AFRC 1993 (a) e Lana et al. (2004) (b).

A digestibilidade aparente média para a MS (CDMS), MO (CDMO), PB (CDPB), EE (CDEE), CT (CDCT), FDN (CDFDN) e CNF (CDCNF), e os teores de nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs) das dietas e respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 9. Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) nos CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF e no teor de NDT_{OBS} entre as dietas. Resultados semelhantes para as digestibilidades aparentes da MS, MO, EE e CT de dietas à base de cana-de-açúcar em relação à silagem de milho para vacas lactantes têm sido relatados na literatura (Magalhães, 2001; Souza, 2003a; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004). Menores valores na digestibilidade aparente da PB tem sido atribuídos a diferenças no consumo de PB (Costa, 2004).

Tabela 9 – Coeficientes médios de digestibilidade aparente e coeficientes de variação (CV) para matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não-fibrosos (CDCNF), e teores de nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs) obtidos para as dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/AS			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
CDMS	62,57	68,41	60,25	63,55	16,01
CDMO	63,86	68,86	61,83	64,07	16,07
CDPB	71,42	68,56	59,34	63,86	19,32
CDEE	64,91	74,57	68,82	75,03	19,28
CDCT	63,66	69,91	62,44	65,24	14,24
CDFDN	46,10a	30,37b	18,21c	37,55ab	29,00
CDCNF	82,77	87,83	88,49	89,01	13,68
NDTobs	65,18	71,61	64,28	67,27	13,42

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) nos CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF e no teor de NDT_{OBS} entre as dietas. Resultados semelhantes para as digestibilidades aparentes de MS, MO, EE e CT de dietas à base de cana-de-açúcar em relação à silagem de milho para vacas lactantes têm sido relatados na literatura (Magalhães, 2001; Souza, 2003a; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004). Menores valores na digestibilidade aparente da PB de dietas à base de cana-de-açúcar tem sido atribuídos a diferenças no consumo de PB (Costa, 2004).

A manutenção da digestibilidade aparente da MS e MO de dietas de vacas lactantes, quando o milho é substituído pela casca de soja foi também observada em outros trabalhos (MacGregor & Owen, 1976; Bernard & Mcneil, 1991; Cunningham et al., 1993; Pantoja et al., 1994; Elliott et al., 1995; Ipharraguerre et al., 2002). Este comportamento pode ser explicado pelas características qualitativas da fibra e pela quantidade e forma física da casca de soja, que permitem incrementar a digestão da fibra e ao mesmo tempo aumentar a taxa de passagem ruminal como um processo de compensação (Ipharraguerre & Clark, 2003), pois a digestão é resultante da interação entre as taxas de digestão e de permanência da digesta nos locais de digestão (Van Soest, 1994).

Reduções na digestibilidade aparente da PB foram relatadas em dietas de vacas lactantes, quando o milho da ração concentrada é substituído pela casca de café, sendo atribuídas à maior proporção de compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) da casca de café em relação do milho (Costa et al., 2003; Rocha et al., 2004). Os compostos nitrogenados na forma de NIDA parecem ser resistentes e praticamente indigestíveis, estando geralmente associados à

lignina e a outros compostos de difícil degradação (Van Soest & Mason, 1991; Licitra et al., 1996). Além disso, o alto teor de polifenóis totais (PFT) presentes na casca de café têm colaborado para a redução da digestibilidade da proteína (Ribeiro Filho, 1998). Os PFT se ligam a proteínas, impedindo o contato com enzimas proteolíticas, reduzindo a digestão ao longo do trato digestivo (Oskov, 1992; Van Soest, 1994). Apesar da digestibilidade aparente da PB da dieta à base de cana-de-açúcar com 10% de casca de café não diferir ($P>0,05$) da dieta com cana-de-açúcar sem casca, observa-se tendência de redução.

O coeficiente de digestibilidade aparente da FDN (CDFDN) foi maior ($P<0,05$) para a dieta à base de silagem de milho em relação às dietas com base na cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta com 20% de casca de soja. Entre as dietas com base na cana-de-açúcar observa-se que a inclusão de 10% de casca de café reduziu ($P<0,05$) o CDFDN, enquanto que a inclusão de 20% de casca de soja não tenha afetado ($P>0,05$) o CDFDN, observa-se tendência de aumento.

Reduções no CDFDN quando a silagem de milho é substituída pela cana-de-açúcar são atribuídos a diferenças quantitativas existentes entre os constituintes da parede celular da silagem de milho e da cana-de-açúcar (Magalhães, 2001; Souza, 2002a; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004). De fato, observa-se na Tabela 3 uma maior participação da lignina na FDN da cana-de-açúcar (12,62% da FDN) em relação à silagem de milho (7,70% da FDN), o que provavelmente contribui para redução do CDFDN, uma vez que a lignina é o principal componente da parede celular que limita a digestão dos carboidratos estruturais no rúmen (Weiss et al., 1992; Van Soest, 1994; Jung & Allen, 1995). A maior participação dos concentrados nas dietas à base de cana-de-açúcar (60%, na base da matéria seca), não foi suficiente para compensar a menor digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar em relação à silagem de milho.

A mesma explicação pode ser atribuída à redução do CDFDN quando o milho da dieta à base de cana-de-açúcar foi substituído pela casca de café (Souza, 2003b; Rocha et al., 2004b), uma vez que a participação da lignina na fração da FDN da casca de café (18,77% da FDN) foi bastante superior ao encontrado no milho (8,97% da FDN).

O aumento do CDFDN com a substituição do milho pela casca de soja (MacGregor & Owen, 1976; Bernard & Mcneil, 1991; Sarwar et al., 1992; Cunningham et al., 1993; Pantoja et al., 1994; Elliott et al., 1995) parece estar associado com a elevada taxa de digestão da FDN da casca de soja (Firkins, 1997; Titgemeyer, 2000), com a redução do efeito negativo do milho na digestão da fibra (Nakamura & Owen, 1989; Sawar et al., 1992) ou ambos (Firkins, 1997; Titgemeyer, 2000). No entanto, os mecanismos pelos quais a substituição do milho pela casca de soja resultam em efeito positivo da digestão da fibra ainda não estão totalmente elucidados, mas

aparentemente não se relacionam com a melhoria do pH do ambiente ruminal (Ipparraguerre & Clark, 2003).

As médias observadas e previstas pelo NRC (2001) dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e o teor de NDT, e as estimativas de parâmetros, níveis descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficiente de determinação para as regressões entre os valores observados e previstos, são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não-fibrosos (CDCNF) e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados e previstos segundo o NRC (2001) e respectivas estimativas de parâmetros, níveis descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) das equações de regressão

Itens	Valores Médios ¹		Regressão 1						Regressão 2
			Intercepto		Coef. Inclinação		r^2		Coef. Inclinação
	Obs ²	Pred ³	Estimativa	Valor-P ⁴	Estimativa	Valor-P ⁵	Estimativa	Valor-P	Estimativa
CDPB	65,80	70,07	115,2197	0,0001	-0,7047	0,0001	0,0643	0,0820	1,028
CDEE	70,83	72,86	52,1254	0,0001	0,2565	0,0001	0,0564	0,1040	-
CDFDN	33,06	48,18	-98,8482	0,0001	2,7218	0,0002	0,4702	0,0001	1,268
CDCNF	87,03	89,79	147,6385	0,3334	-0,6745	0,3243	0,0035	0,6900	-
NDT	67,09	68,94	3,9095	0,9150	0,9174	0,8766	0,0614	0,0895	1,013

^{1/} Valores observados considerados como variável independente; ^{2/} Observados; ^{3/} Preditos.

Regressão 1: $Y_i = a + b_i X_i + e_i$; Regressão 2: $Y_i = b_i X_i + e_i$; ^{4/} $H_0: \beta = 0$ e $H_a: \beta \neq 0$; ^{5/} $H_0: \beta = 1$ e $H_a: \beta \neq 1$

A avaliação estatística dos coeficientes de inclinação das retas em Regressão 1 para o CDPB e CDFDN apontou a não-aceitação da hipótese de nulidade para estas variáveis ($P < 0,10$). O mesmo não ocorreu para a variável NDT, que indicou a aceitação da hipótese de nulidade ($P > 0,10$). Em termos de intercepto, observou-se o mesmo comportamento, apontando a não-aceitação da hipótese de nulidade ($P < 0,10$) para CDPB e CDFDN, e a aceitação da hipótese de nulidade ($P > 0,10$) para a variável NDT. Assim, a relação analisada mostra a existência de um valor constante somado aos valores observados na forma independente aos valores previstos para as variáveis CDPB e CDFDN o qual pode ser denotado com vício constante. Já os valores de NDT observados e previstos foram similares ($P > 0,10$).

A avaliação estatística da Regressão 1 para as variáveis CDEE e CDCNF apontou a não significância ($P > 0,10$) do coeficiente de determinação (r^2), o que indica a inexistência de relação funcional entre os valores observados e previstos, podendo ser visualizado nas Figuras 3 e 4 uma elevada dispersão dos pontos em relação à reta de igualdade ($X=Y$) para estas variáveis.

O ajuste de equação sem a consideração do intercepto (Regressão 2) para CDPB e CDFDN, apontou superestimação dos valores previstos em relação aos observados, apresentando

vício global de 2,8% e de 26,8% para as variáveis independentes CDPB e CDFDN. Este comportamento vicioso pode ser melhor visualizado nas Figuras 3 e 4, onde observa-se uma distribuição dos pontos mais equitativa e mais próxima à reta de igualdade ($X=Y$) para os valores de CDPB estimados, em contraste com os valores de FDN estimados que apresentaram elevada concentração de pontos acima da reta de igualdade ($X=Y$). Ao que tudo indica, as equações do NRC (2001) estimaram de forma adequada os valores de coeficientes de digestibilidades aparentes da PB e o teor de NDT da dieta. No entanto, enquanto os valores de NDTobs variaram de 43,24 a 83,85%, os valores estimados variaram de 69,43 a 72,03%, indicando que o modelo não acompanhou as variações individuais. A equação proposta para estimar o coeficiente de digestibilidade aparente da FDN não foi adequada, estando de acordo com as observações de Valadares Filho et al. (2003) e Robinson et al. (2004).

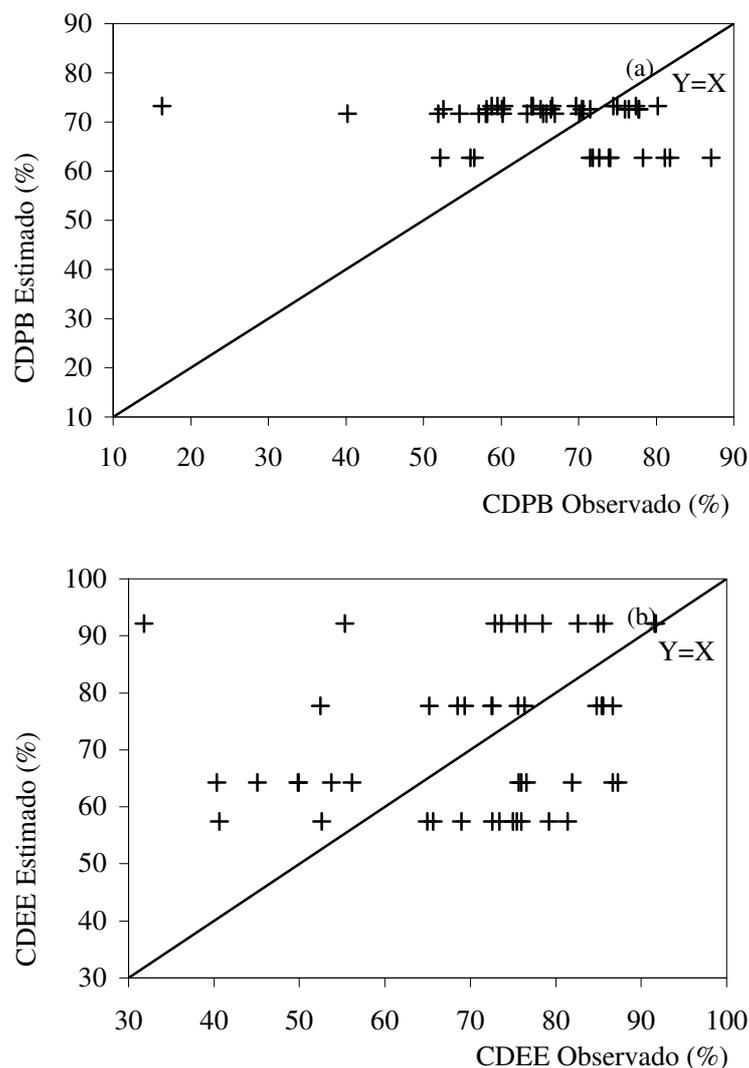


Figura 3 - Relação entre valores observados e estimados segundo o NRC (2001), para os coeficientes de digestibilidade aparentes da proteína bruta (CDPB)(a) e extrato etéreo (CDEE) (b).

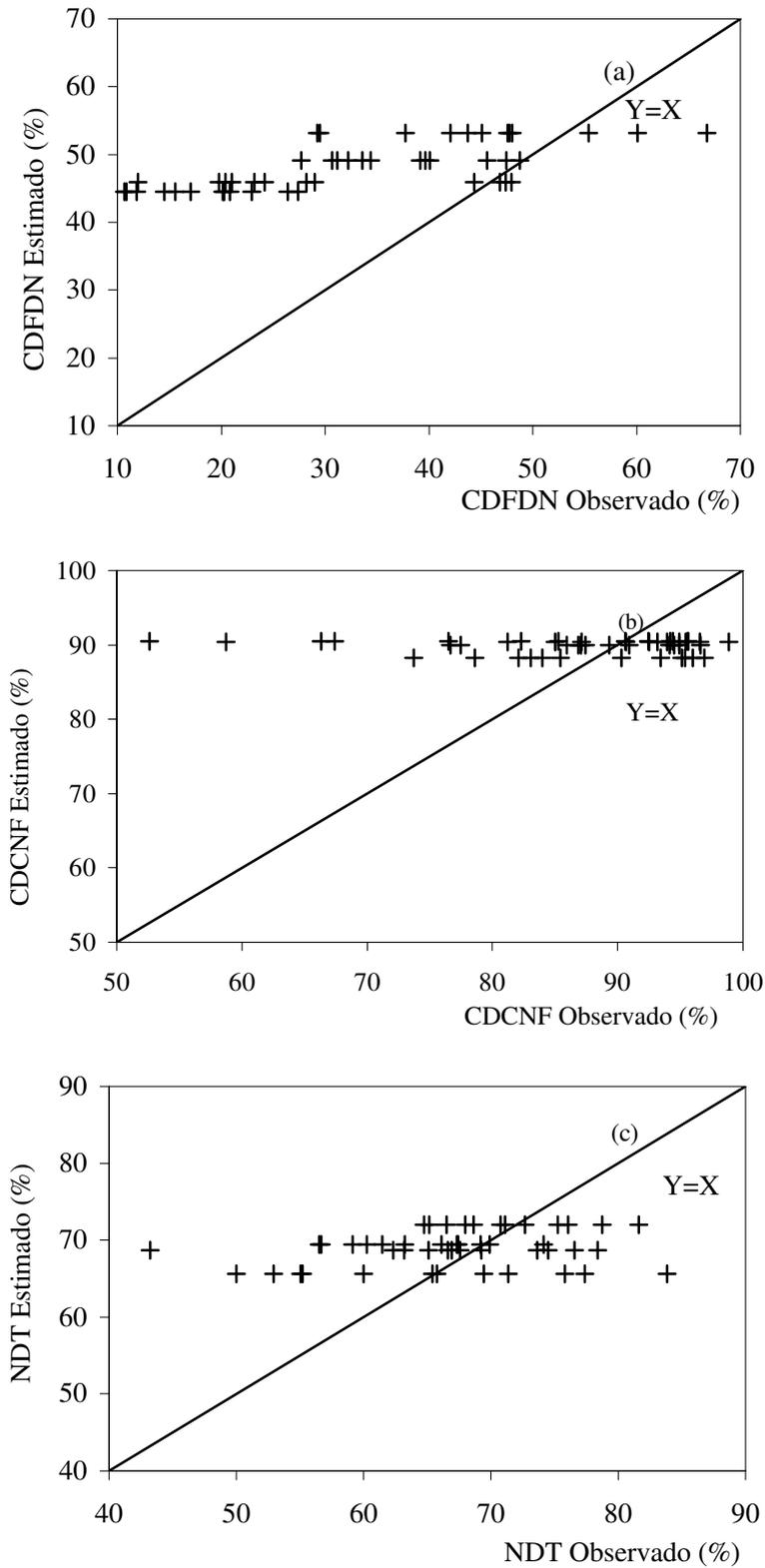


Figura 4 - Relação entre valores observados e estimados segundo o NRC (2001), para os coeficientes de digestibilidade aparentes dos carboidratos não fibrosos (CDCNF) (a), da fibra em detergente neutro (CDFDN) (b) e para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) (c).

Os valores médios e os coeficientes de variação para a produção diária de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), variação diária de peso (VP), níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados (AGNE), eficiência da PLC (eficiência), teores no leite e produções diárias de proteína bruta (PB), gordura (GL), lactose (LA), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) são apresentados na Tabela 11. Não houve diferença ($P>0,05$) para PL, PLC, VP, teores plasmáticos de AGNE, teores no leite de PB, GL, EST, e produções diárias de PB, GL, LA, EST e ESD entre as dietas.

Tabela 11 – Médias e coeficientes de variação (CV) para a produção diária de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), variação diária de peso (VP), níveis plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados (AGNE), eficiência da PLC (Eficiência), teores no leite e produção diária de proteína bruta (PB), gordura (GL), lactose (LA), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) em função das dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
PL (kg/dia)	19,13	20,34	20,12	19,13	7,98
PLC (kg/dia)	20,34	21,10	20,85	19,86	9,18
VP (kg/dia)	0,485	0,735	0,812	0,701	145,00
AGNE ($\mu\text{eq/L}$)	218,69	206,87	237,51	244,89	31,94
Eficiência ¹	1,12a	1,06ab	1,10a	0,98b	9,38
PB (%)	3,69	3,71	3,82	3,75	3,54
PB (kg/dia)	0,70	0,75	0,76	0,71	8,81
GL (%)	3,89	3,73	3,73	3,75	7,17
GL (kg/dia)	0,74	0,76	0,75	0,71	11,10
LA (%)	4,54a	4,48a	4,30b	4,49a	3,45
LA (kg/dia)	0,87	0,91	0,87	0,86	10,14
EST (%)	12,96	12,78	12,55	12,96	2,88
EST (kg/dia)	2,47	2,60	2,52	2,47	15,88
ESD (%)	9,07ab	9,05ab	8,82b	9,21a	2,54
ESD (kg/dia)	1,73	1,84	1,77	1,76	9,00

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ Eficiência = PLC / Consumo de matéria seca total da dieta.

Trabalhos que utilizaram dietas com cana-de-açúcar com 40% (Magalhães et al., 2000; Souza, 2003b; Costa, 2004 e Mendonça et al., 2004) e 50% (Costa, 2004 e Mendonça et al., 2004) de concentrados, na base da MS, para vacas em lactação com produção de 20 kg/dia, observaram reduções na PL e na PLC em relação às dietas contendo silagem de milho e 40% de concentrado, com variações negativas de peso das vacas, sugerindo que a utilização da cana-de-açúcar com esses níveis de concentrado promove mobilização de reservas corporais com potencial de

comprometer a eficiência reprodutiva. No entanto, Costa (2004) não verificou reduções na PL e na PLC em relação à dieta com silagem de milho e 40% de concentrado, quando a participação do concentrado na dieta à base de cana-de-açúcar foi alterada para 60% (base da MS), tendo-se observado variação de peso positiva. Apesar do menor ($P < 0,05$) consumo de PB e energia (NDT e ELP, Tabela 6) da dieta com silagem de milho em relação à dieta contendo cana-de-açúcar sem casca, a ingestão destes nutrientes ainda foi suficiente para atender às exigências dos animais (Tabela 7), o que explica a inobservância de diferenças ($P > 0,05$) na PL, PLC e VP.

Embora o consumo de energia (NDT e ELP) tenha sido menor ($P < 0,05$) com a inclusão de 10% de casca de café na dieta à base de cana-de-açúcar (Tabela 6), esse ainda foi suficiente para atender as exigências dos animais (Tabela 7), o que explica a ausência de diferenças ($P > 0,05$) na PL, PLC e VP. Os resultados obtidos estão de acordo com aqueles observados por Barcelos et al. (1995), Souza (2003b) e Rocha et al. (2004a).

Ausência de respostas na PL foram relatadas em trabalhos que substituíram o milho pela casca de soja em dietas de vacas lactantes com níveis de inclusão de até: 15% (MacGregor & Owen 1976); 18% (Elliott et al., 1995); 20% (Firkins & Eastridge, 1992; Pantoja et al., 1994); 23% (Bernard & McNeil, 1991); 25% (Cunningham et al., 1993); 30% (Assis et al., 2004) e 40% na MS total da dieta (Ipharraguerre et al., 2002), utilizando silagem de milho, silagem de alfafa, alfafa e gramíneas verdes, como volumoso exclusivo. A manutenção do consumo de PB e energia (NDT e EL) quando o milho da ração concentrada foi substituído pela casca de soja nas dietas à base de cana-de-açúcar, pode explicar os resultados de produção de leite entre as dietas contendo cana-de-açúcar com 20% de casca e cana-de-açúcar sem casca.

Observa-se que a variação de peso das vacas que receberam a dieta contendo silagem de milho (0,485 kg/dia), ficou próxima aos 0,50 kg/dia utilizados no cálculo das exigências nutricionais, enquanto as vacas que receberam as dietas com cana-de-açúcar sem casca, 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, apresentaram maiores valores numéricos (0,735; 0,812 e 0,701 kg/dia, respectivamente), que pode ser atribuído ao maior consumo de ELP destas dietas em relação às exigências previstas pelo NRC (2001), conforme apresentado na Tabela 7.

A determinação dos níveis plasmáticos de AGNE permite avaliar com maior precisão a ocorrência e o grau de mobilização de reservas corporais de vacas em lactação (Johnson & Peters, 1993; Ingvarsen & Andersen, 2000). O valor médio de AGNE observado de 226,9 $\mu\text{eq/L}$ das dietas indica um baixo nível de mobilização de lipídios, estando dentro da faixa observada de 100,5 a 244,5 $\mu\text{eq/L}$ para vacas de alta produção no terço médio de lactação (Ingvarsen & Andersen, 2000; Rennó Neto, 2004). Ao que tudo indica, as dietas utilizadas não comprometeram

o restabelecimento das reservas corporais, fundamental para eficiência produtiva e reprodutiva do próximo ciclo lactacional.

A eficiência da PLC (Eficiência) foi menor ($P < 0,05$) para a dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja em relação às dietas de silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca de café, devido provavelmente ao maior valor numérico de consumo de MS (Tabela 6) e menor valor numérico de PLC. No entanto, em relação à dieta contendo cana-de-açúcar sem casca, a eficiência da PLC não diferiu ($P > 0,05$) da dieta com 20% de casca de soja. As dietas contendo silagem de milho, cana-de-açúcar sem casca e cana-de-açúcar com 10% de casca de café, não diferiram ($P > 0,05$) quanto a eficiência da PLC.

Redução nos teores de proteína do leite, quando o milho é substituído pela casca de soja tem sido descrita na literatura (Nakamura & Owen, 1989; Firkins & Eastridge, 1992; Sarwar et al., 1992; Mansfield & Stern, 1994; Pantoja et al., 1994). Reduções na síntese e no fluxo de proteína microbiana para os intestino delgado, associadas com a redução do fluxo de glicose para síntese de proteína nos tecidos da glândula mamária, podem estar relacionadas com a queda da proteína bruta do leite, quando o nível de inclusão na dieta da casca de soja excede 30% da MS (Ipharraguerre & Clark, 2003). Como no presente trabalho o nível de inclusão da casca de soja foi apenas 20% na MS da dieta, isto explica a ausência ($P > 0,05$) de efeito no teor de proteína do leite quando o milho foi substituído pela casca de soja.

Apesar das diferenças nos teores (Tabela 4) e nos consumos (Tabela 5) de FDN, o teor de gordura do leite não foi alterado, indicando que todas as dietas apresentaram o mínimo de FDN necessário para a manutenção do ambiente ruminal (Mertens, 2001).

O teor de lactose foi menor ($P < 0,05$) para dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café. A lactose é o maior constituinte do leite e exerce um papel determinante no controle do volume de água que penetra nos alvéolos da glândula mamária sendo, portanto, correlacionado positivamente com a produção de leite (Fonseca & Santos, 2001). No entanto, a redução do teor de lactose aparentemente não comprometeu a produção de leite. A redução da quantidade de precursores gliconeogênicos no rúmen e conseqüentemente no fluxo de glicose na glândula mamária para a síntese de lactose, ao substituir o milho pela casca de café, pode ter contribuído para o decréscimo da concentração de lactose, apesar de relatos na literatura indicarem que alterações nutricionais exercem pouca influência no teor de lactose (Fonseca & Santos, 2001).

A dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café apresentou menor ($P < 0,05$) teor de ESD em relação à dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, devido ao menor ($P < 0,05$) teor de lactose, e não diferiu ($P > 0,05$) das demais dietas.

Os tempos médios desprendidos com alimentação, ruminação e ócio são apresentados na Tabela 12. Observa-se que os tempos médios desprendidos com alimentação e ruminação para a dieta com silagem de milho foram maiores ($P < 0,05$) que os obtidos pelas dietas à base de cana-de-açúcar, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. Contrariamente, para a dieta à base de silagem de milho, os animais desprenderam menor ($P < 0,05$) tempo em ócio.

Tabela 12 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os tempos desprendidos (horas/dia) com alimentação, ruminação e ócio entre as dietas experimentais.

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
Alimentação	5,06a	4,06b	4,61b	4,21b	12,98
Ruminação	9,05a	7,26b	7,38b	7,29b	12,72
Ócio	9,89b	12,68a	12,01a	12,50a	9,89

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os tempos gastos com alimentação e ruminação apresentam correlação positiva com o teor e consumo de FDN (Welch & Hooper, 1988; Dado & Allen, 1995). Assim, os menores ($P < 0,05$) tempos observados com alimentação e ruminação para as dietas à base de cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café em relação à dieta com silagem de milho, podem estar relacionados com os menores teores e consumos de FDN.

Entretanto, a mesma explicação não é válida para a dieta de cana-de-açúcar com 20% de casca de soja. Apesar do consumo de FDN não apresentar diferença ($P > 0,05$) em relação à dieta com silagem de milho, os tempos gastos com alimentação e ruminação foram menores ($P < 0,05$). Fatores intrínsecos da casca de soja, como a rápida taxa de digestão da parede celular e pequeno tamanho de partícula com alta capacidade de hidratação (Ipharraguerre & Clark, 2003), podem ter reduzido os tempos totais necessários para ingestão de MS e ruminação do bolo alimentar.

Na Tabela 13, são apresentados os valores referentes à média de consumo de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN), eficiência de alimentação da MS (EAL) e da FDN (EAL_{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e da FDN (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM_{nd}), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMM_{nb}) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) das dietas experimentais.

Tabela 13 – Médias e coeficientes de variação (CV) dos consumos de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN), eficiência de alimentação de MS (EAL) e de FDN (EAL_{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e da FDN (ERU_{FDN}), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas (NMM_{nd}), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMM_{nb}) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) das dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/AS			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
CMS (kg/dia)	18,35	20,07	18,83	20,29	10,45
CFDN (kg/dia)	7,16a	4,99b	5,35b	7,26a	16,39
EAL (gMS/h)	3.722,55b	5.082,57a	4.135,84b	5.021,89a	15,18
EAL _{FDN} (gFDN/h)	1.452,29b	1.268,14b	1.169,67b	1.800,06a	19,59
ERU (gMS/h)	2.058,60b	2.911,63a	2.601,34a	2.815,72a	16,56
ERU _{FDN} (gFDN/h)	804,02a	735,12b	741,20b	1.007,06a	19,27
TMT (h/dia)	14,11a	11,32b	11,99b	11,50b	9,52
NBR (nº/dia)	621,26a	472,16b	503,36b	462,79b	17,91
NMM _{nd} (nº/dia)	35.481a	26.152b	27.811b	26.676b	16,01
NMM _{nb} (nº/bolo)	57,87	57,62	55,48	59,28	11,31
TRB (seg/bolo)	53,16	57,56	53,82	59,18	10,87

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

A eficiência de alimentação da MS entre as dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar com 10% de casca de café não apresentou diferença ($P > 0,05$), mas foi menor ($P < 0,05$) para as dietas contendo cana-de-açúcar sem casca e com 20% de casca de soja, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. Como o consumo de MS não apresentou diferenças ($P > 0,05$) entre as dietas, a menor ($P < 0,05$) eficiência para a dieta silagem de milho foi devida ao maior tempo gasto com alimentação. No caso da dieta cana-de-açúcar com 10% de casca de café, apesar do tempo despendido com alimentação não diferir ($P > 0,05$) das demais dietas com base na cana-de-açúcar, houve tendência de aumento, o que explica o menor consumo de MS por unidade de tempo.

A eficiência de alimentação da FDN foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja em relação às demais dietas, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. O maior consumo de FDN sobre o mesmo tempo de ruminação explica as diferenças da dieta com cana-de-açúcar com 20% de casca de soja em relação às demais dietas à base de cana-de-açúcar. Com relação à dieta silagem de milho, o menor tempo de ruminação da dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, sobre o mesmo consumo de FDN, explica a maior eficiência na alimentação da FDN.

A eficiência de ruminação da MS foi menor ($P < 0,05$) para a dieta com silagem de milho em relação às dietas com base na cana-de-açúcar, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. O maior ($P < 0,05$) tempo despendido com a ruminação, mas com o mesmo consumo em relação às demais dietas, explica a menor quantidade de MS ingerida por unidade de tempo da dieta silagem de milho.

A eficiência de ruminação da FDN foi maior ($P < 0,05$) para as dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, em relação às dietas cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café. As dietas contendo cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) na eficiência de ruminação da FDN. Características favoráveis da parede celular da casca de soja, discutidas anteriormente, permitiram um maior consumo de FDN sobre o mesmo tempo de ruminação, em relação às demais dietas com base na cana-de-açúcar. Para a dieta com silagem de milho, apesar dos animais despendem maior tempo com ruminação em relação às dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café, o maior consumo de FDN compensou e permitiu a maior eficiência na ruminação da FDN.

O tempo total de mastigação, o número de bolos ruminais e o número de mastigações merísticas foram maiores ($P < 0,05$) para a dieta à base de silagem de milho, em relação as dietas com base na cana-de-açúcar, que não diferiram ($P > 0,05$) entre si. Estas variáveis apresentam uma correlação positiva com os tempos despendidos com alimentação e ruminação (Dado & Allen, 1995). Assim, os resultados observados para a dieta à base de silagem de milho podem estar relacionados com os maiores tempos gastos com a alimentação e ruminação, em relação às dietas com base na cana-de-açúcar.

O número de mastigações merísticas por bolo ruminal e o tempo de ruminação por bolo ruminal, não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre as dietas. O maior tempo ($P < 0,05$) despendido com ruminação para a dieta à base de silagem de milho, se relacionou mais com o número diário de bolos ruminais necessários para a ruminação, do que com o número de mastigações merísticas e tempo de ruminação, por unidade de bolo ruminal.

Na Tabela 14 estão apresentados os preços do leite e dos concentrados, a estimativa de custo de produção dos volumosos, consumo das dietas e simulações de resultados de produção do sistema de produção de leite, em função das dietas experimentais.

Tabela 14– Preço do leite e concentrados, estimativa de custo de produção de volumosos, consumo das dietas e simulações de resultados de produção do sistema de produção, em função das dietas experimentais

Especificações	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar		
		Sem casca	10 % Casca de café	20 % Casca de soja
1. Preços do Leite e Alimentos				
Preço do leite (R\$/litro)	0,53	0,53	0,53	0,53
Preço do concentrado no período das águas (R\$/kg)	0,489	0,489	0,489	0,489
Preço do concentrado no período seco (R\$/kg)	0,489	0,462	0,409	0,413
Custo de produção da silagem de milho (R\$/tonelada)	50,00	50,00	50,00	50,00
Custo de produção da cana-de-açúcar (R\$/tonelada)	28,00	28,00	28,00	28,00
2. Consumo das Dietas (base da matéria natural)				
Volumoso no período das águas (kg/vaca lactação/dia de sil.de milho)	34,28	34,28	34,28	34,28
Volumoso no período seco (kg//vaca lactação/dia de sil.de milho)	34,28	0,00	0,00	0,00
Volumoso no período seco (kg//vaca lactação/dia de cana-de-açúcar)	0,00	29,69	27,86	30,02
Concentrado no período das águas (kg/vaca lactação/dia)	8,33	8,33	8,33	8,33
Concentrado no período seco (kg/vaca lactação/dia)	8,33	13,64	12,79	13,77
3. Simulação dos Resultados de Produção				
Produção de leite por vaca em lactação nas águas (kg/dia)	19,12	19,12	19,12	19,12
Produção de leite por vaca em lactação no período seca (kg/dia)	19,12	20,34	20,12	19,13
Área utilizada pela pecuária de leite (ha)	50	50	50	50
- área para produção de silagem de milho (ha)	50	35	35	35
- área para produção de cana-de-açúcar (ha)	0	15	15	15
Produção de silagem de milho (ton/ano)	2.000	1.400	1.400	1.400
Produção de cana-de-açúcar (ton/ano)	0	1.200	1.200	1.200
Número total de animais do rebanho (cab)	203	279	279	279
Número total de vacas (cab)	120	165	165	165
Número de vacas em lactação (cab)	89	122	122	122
Produção diária de leite (kg/dia)	1.701,68	2.407,06	2.393,64	2.333,25
Produtividade de leite por área (kg/ha/ano)	12.422,26	17.571,54	17.473,57	17.032,73

Observa-se que a substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar como volumoso exclusivo para as vacas em lactação no período da seca, possibilitou ampliar o rebanho de 203 para 279 animais e, conseqüentemente, o número de vacas em lactação de 89 para 122 animais, representando um aumento de 37,5%.

Devido ao aumento do número de vacas, a produção diária de leite do sistema de produção aumentou em todas as dietas com base na cana-de-açúcar. Assim, em relação à dieta com base na silagem de milho, a produtividade de leite por área foi incrementada em 41,5%, 40,7% e 37,1% para as dietas à base de cana-de-açúcar sem casca, com 10% de casca de café e 20% de casca de soja, respectivamente. Esta intensificação do sistema de produção de leite é um reflexo do maior potencial de produção forrageiro da cana-de-açúcar em relação a cultura do milho (Rodrigues, 2001).

Na Tabela 15 estão apresentadas as simulações de renda bruta, custo operacional total e margem líquida, total por ano (R\$), por litro (Cent.R\$/L), por total de vacas (R\$/vaca/ano) e por área (R\$/ha/ano), taxa de retorno do capital investido (% ao ano) e gastos com alimentação do rebanho em relação à renda bruta do leite (%) do sistema de produção de leite, em função das dietas experimentais.

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso no período da seca aumentou tanto a RB como o COT da atividade leiteira (R\$/ano e R\$/ha/ano), em relação à silagem de milho. No entanto, o aumento do volume de produção juntamente com a manutenção dos gastos com alimentação do rebanho em relação à renda bruta do leite, possibilitaram aumentar a ML da atividade leiteira (R\$/ano e R\$/ha/ano) com a introdução da cana-de-açúcar. A manutenção do gasto com alimentação proporcional à renda do leite foi possível pela redução dos gastos com volumosos nas dietas com base na cana-de-açúcar, que compensou os maiores gastos com concentrados.

A diferença de margem líquida da atividade leiteira por área (DMLA) em relação à dieta controle, representou um incremento de 38, 126 e 24% para as dietas à base de cana-de-açúcar sem casca, com 10% de casca de café e 20% de casca de soja, respectivamente.

Tabela 15– Simulação de renda bruta (RB), custo operacional total (COT) e margem líquida (ML), total por ano, por litro, por total de vacas e por área, taxa de retorno do capital investido (TRC) e gastos com alimentação do rebanho em relação a renda bruta do leite do sistema de produção de leite, em função das dietas experimentais

Especificações	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar		
		Sem casca	10 % Casca de café	20 % Casca de soja
1. Renda Bruta (RB)				
1.1 RB da atividade leiteira por ano (R\$/ano)	376.346,05	532.349,16	529.381,35	516.160,13
1.2 RB do leite por litro (Cent. R\$/L)	53,00	53,00	53,00	53,00
1.3 RB da atividade leiteira por total de vacas (R\$/vaca/ano)	3.136,22	3.226,36	3.208,37	3.128,24
1.4 RB da atividade leiteira por área (R\$/ha/ano)	7.526,92	10.646,98	10.587,63	10.323,20
2. Custo Operacional Total (COT)				
2.1 COT da atividade leiteira por ano (R\$/ano)	353.112,71	500.275,36	476.879,47	487.260,84
2.2 COT do leite por litro (Cent. R\$/L)	49,73	49,81	47,74	50,05
2.3 COT da atividade leiteira por total de vacas (R\$/vaca/ano)	2.942,61	3.031,97	2.890,18	2.953,10
2.4 COT da atividade leiteira por área (R\$/ha/ano)	7.062,25	10.005,51	9.537,59	9.745,22
3. Margem Líquida (ML) = 1 – 2				
3.1 ML da atividade leiteira por ano (R\$/ano)	23.233,34	32.073,80	52.501,88	28.899,29
3.2 ML do leite por litro (Cent. R\$/L)	3,27	3,19	5,26	2,95
Diferença em relação a dieta controle (DMLL) em Cent.R\$/L		-0,08	1,99	-0,32
3.3 ML da atividade leiteira por total de vacas (R\$/vaca/ano)	193,61	194,39	318,19	175,14
Diferença em relação a dieta controle (DMLV) em R\$/vaca/ano		0,78	124,58	-18,47
3.4 ML da atividade leiteira por área (R\$/ha/ano)	464,67	641,47	1.050,04	577,98
Diferença em relação a dieta controle (DMLA) em R\$/ha/ano		176,8	548,25	113,31
4. Taxa de Retorno do Capital Investido - TRC (% ao ano)				
4.1 Taxa de Retorno do Capital Investido (TRC) em % ao ano	4,14	4,33	7,10	3,91
Diferença relação a dieta controle (DTRC) em % ao ano		0,19	2,96	-0,23
5. Gasto com Alimentação do Rebanho (% RB do Leite)				
5.1 Alimentação concentrada	45,48	54,66	49,91	53,49
5.2 Alimentação volumosa	30,38	22,25	22,37	22,95
5.3 Total com alimentação	75,86	76,91	72,28	76,44

Observa-se que apesar da menor ML por litro de leite em relação à dieta com silagem de milho, a dieta cana-de-açúcar sem casca apresentou maior margem líquida total por ano e maior taxa de retorno do capital investido, principal indicador de avaliação econômica de sistemas de produção. A ML por área, neste caso, foi o resultado médio que melhor se correlacionou com a taxa de retorno do capital investido.

No entanto este comportamento não foi observado na dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja. A maior ML por área em relação à dieta silagem de milho, não refletiu em maior taxa de retorno do capital investido. Assim, sugere-se que os resultados relativos (por litro, por vaca e por área) devem ser analisados com cuidado, pois não permitem definir a melhor opção. Resultados absolutos (ML em R\$/ano) e, principalmente a taxa de retorno do capital investido (% ao ano), devem ser preteridos na avaliação econômica. Neste sentido, a dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café foi a melhor opção econômica em relação à dieta com silagem de milho, seguido da dieta cana-de-açúcar sem casca. Para a dieta cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, devido a menor ($P < 0,05$) eficiência na PLC (Tabela 13), apresentou menor taxa de retorno do capital investido em relação à dieta com silagem de milho.

Na Tabela 16 estão apresentados os coeficientes de correlação entre os preços dos alimentos e os valores de diferença da taxa de retorno do capital investido em relação à dieta com silagem de milho, para as dietas com base na cana-de-açúcar sem casca (DTRC1), com 10% de casca de café (DTRC2), com 20% de casca de soja (DTRC3) e para dieta à base de cana-de-açúcar de maior taxa de retorno do capital investido (DTRC4).

Tabela 16 - Coeficientes de correlação entre os custos e preços dos alimentos, e os valores de diferença da taxa de retorno do capital investido em relação à dieta silagem de milho, para as dietas à base na cana-de-açúcar sem casca (DTRC1), com 10% de casca de café (DTRC2), com 20% de casca de soja (DTRC3) e para a dieta à base de cana-de-açúcar de maior taxa de retorno do capital investido (DTRC4).

Variáveis	Custos e preços dos alimentos (kg) ¹				
	Cana ³	Milho ⁴	F. de soja ⁴	C. de café ⁵	C. de soja ⁵
DTRC1 ²	-0,691	-0,722	0,016	0,000	0,000
DTRC2 ²	-0,775	-0,595	0,052	-0,193	0,000
DTRC3 ²	-0,637	-0,567	0,139	0,000	-0,467
DTRC4 ²	-0,795	-0,560	0,078	-0,147	-0,083

¹ base da matéria natural; ² expressos em pontos percentuais.

³ com 1% de uréia e sulf. de amônio 9:1, sendo = custo do kg da cana / custo do kg da silagem de milho.

⁴ preços = preço do kg do alimento / preço do litro de leite recebido pelo produtor.

⁵ preços = preço do kg do alimento / preço do kg do milho grão.

Observa-se que o custo relativo da cana-de-açúcar, os preços relativos do milho, da casca de café e da casca de soja se correlacionaram negativamente com a diferença na taxa de retorno do capital em relação à silagem de milho (DTRC), enquanto que o preço relativo do farelo de soja correlacionou positivamente. A DTRC foi mais sensível ao custo da cana-de-açúcar e ao preço do milho, do que os preços dos outros alimentos.

As equações de regressão da estimativa da diferença na taxa de retorno do capital investido em relação à dieta com silagem de milho, para as dietas contendo cana-de-açúcar sem casca (DTRC1), com 10% de casca de café (DTRC2), com 20% de casca de soja (DTRC3) e para a dieta com base na cana-de-açúcar de maior taxa de retorno do capital (DTRC4), em função de diferentes combinações de preços dos alimentos, estão apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Equações de regressão da estimativa da diferença na taxa de retorno do capital investido em relação à dieta silagem de milho, para as dietas cana-de-açúcar sem casca (DTRC1), com 10% de casca de café (DTRC2), com 20% de casca de soja (DTRC3) e para a dieta com base na cana-de-açúcar de maior taxa de retorno do capital (DTRC4), em função de diferentes combinações de custos e preços dos alimentos.

Equação	Variável ²	Intercepto	Custos e preços dos alimentos (kg) ¹					r ²
			Cana ³	Milho ⁴	F. soja ⁴	C. café ⁵	C. soja ⁵	
[1]	DTRC1	10,256	-8,1080*	-8,474*	0,124*	-	-	0,99
[2]	DTRC2	12,124	-8,1081*	-6,220*	0,364*	-3,359	-	0,99
[3]	DTRC3	13,448	-8,1080*	-7,209*	1,179*	-	-7,422*	0,96
[4]	DTRC4	11,968	-8,1081*	-5,711*	0,531*	-2,495*	-1,053*	0,98

* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

¹ base da matéria natural; ² expressas em pontos percentuais.

³ com 1% de uréia e sulf. de amônio 9:1, sendo = custo do kg da cana / custo do kg da silagem de milho.

⁴ preços = preço do kg do alimento / preço do litro de leite recebido pelo produtor.

⁵ preços = preço do kg do alimento / preço do kg do milho grão.

Valores de DTRC (% ao ano) acima de zero, indicam que a substituição da dieta com silagem de milho pela respectiva dieta à base cana-de-açúcar no período seco do ano, aumenta a taxa de retorno do capital investido, ou seja, a rentabilidade do sistema de produção de leite, enquanto que valores abaixo de zero reduzem a taxa de retorno do capital investido. Neste sentido a variável DTRC (% ao ano) permite estimar a viabilidade da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

Os resultados de desempenho econômico estão na dependência da produtividade dos fatores de produção e da relação de troca entre o preço do produto e o custo dos fatores de produção. Assim, sob mesmas condições de produtividade animal (observado no presente trabalho), a relação de troca define a melhor opção. Sob este ponto de vista pode-se afirmar que a

viabilidade econômica da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no período seca do ano, irá depender do custo relativo da cana-de-açúcar e dos preços relativos dos alimentos concentrados, podendo ser estimados pelas equações apresentadas na Tabela 17.

CONCLUSÕES

Níveis de inclusão em dietas à base de cana-de-açúcar de 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, em substituição ao milho, para vacas com produção de 20 kg/dia de leite, podem ser utilizados de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

A substituição da dieta contendo 60% de silagem de milho pela dieta com 40% de cana-de-açúcar, apresentou potencial de aumentar a rentabilidade do sistema de produção de leite, sendo dependente de combinações favoráveis de custos relativos da cana-de-açúcar e de preços relativos dos alimentos concentrados, principalmente do milho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL – **Anuário da Agricultura Brasileira** – São Paulo: FNP Consultoria & Comércio : Editora Argos, 2003.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Energy and protein requirement of ruminant. Wallingford, UK. CAB internacional 1993, 159p.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.83, p.1598-1624, 2000.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. et al. Casca de soja em dietas de vacas leiteiras. I – Consumo, variação de peso, produção e composição de leite. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais... CD ... SBZ**. 2004. NR 49.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. 1990. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington. 1990. 1117p.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; VON TIESENHAUSEN, I.M.E.V. et al. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados – resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1208-1214, 1997a.
- BARCELOS, A.F.; ANDRADE, I.F.; VON TIESENHAUSEN, I.M.E.V. et al. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados – resultados do segundo ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1215-1221, 1997b.
- BARCELOS, F.A.; SETTE, R.S.; ANDRADE, I.F. et al. **Aproveitamento da casca de café na alimentação de vacas em lactação**. Circular Técnica, v.46, n.6, p.1-4, 1995.
- BERNARD, J.K.; McNEILL, W.W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.991-995, 1991.
- BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.35, n.1, p.45-55, 1978.
- BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C. et al. **Soybean hulls: Composition and feeding value for beef and dairy cattle**. MF-2438. Kansas State Univ., Manhattan, KS. 2000.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagens de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 1. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...a**. Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983a, p.84.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BEISMAN, D. et al. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 2. Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...b**. Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983b, p.85.
- BRAHAM, J.E.; JARQUIN, R.; GONZÁLEZ, J.M. et al. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.23, p.379-388, 1973.
- BRESSAN, M.; VERNEQUE R.S.; MOREIRA, P. **A pecuária de leite em Goiás**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Goiânia:Sindileite/Faeg, 1999.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIRÓZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CABEZAS, M.T. Valor nutritivo de la pulpa de café para ganado de corte. **Agricultura en El Salvador**, San Salvador, v.15, n.3, p.25-39. 1976.
- CAIELLI, E.L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.36-38, 1984.

- CASTRO, A.C.G.; CAMPOS, J., HILL; J. et al. Cana-de-açúcar “vesus”silagem de milho na produção de leite. **Revista Ceres**, v.14, n.80, p.203-223, 1967.
- CNCPS 5.0 – **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes**: documentação do Modelo CNCPS. / Fox, D.G. et al.; tradução Lopes, F.C.F. et al.; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potencial markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- CORREA, C.E.S; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain testures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p. 621-529, Oct./Dec, 2003.
- CÓSER, A.C; DEREZ, F.; MARTINS, C.E. 1998. Período de utilização de capim elefante em pastagens In: Pastejo de Capim Elefante. **Informe Agropecuário** , v.3, n.25, p.33-35, 1998.
- COSTA, M.G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteira**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, p.538-544, 1960.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. Nutrient digestion, nitrogen and amino acid flows in lactating cows feed soybean hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3523-3535, 1993.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133. 1995.
- DERESZ, F; MOZZER, O.L.; CÓSER, A.C. et al. Manejo de pastagem do capim elefante para produção de leite. In: **Pastejo de Capim Elefante**. Informe Agropecuário, v.19, n.192, p.55-61, 1998.
- DIAGNÓSTICO DA PECUÁRIA LEITEIRA DO ESTADO DE MINAS GERAIS: **Relatório de pesquisa: Tabelas**. SEBRAE-MG; FAEMG – Belo Horizonte, 1996. 212p.
- ELLIOTT, J.P.; DRACKLEY, G.C.; FAHEY, J.R., et al. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1512-1525, 1995.
- FARIA, V.P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.). Simpósio sobre nutrição de bovinos, 5, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1993, p.01-16.
- FERREIRA, A.H. **Eficiência de sistemas de produção de leite: uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão**. Viçosa, MG: UFV, 2002. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating Dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2752-2760, 1992.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. Propriedades e composição do leite. In: **Qualidade do Leite e Controle de Mastite** – São Paulo: Lemos Editorial, 2001, p.27-38.
- GOLDSTEIN, J.L; SWAIN, T. **Changes in tannins in repening fruits**. Phytochemistry, Oxford, v.2, p.371-382, 1964.
- GOMES, S.T. **O agronegócio do leite**. Sebrae/FAEMG, Belo Horizonte, 2003. 99p.
- GOMES, S.T. **Intensificar, ou não, o sistema de produção de leite**. 2004. Milkpoint. Disponível em www.milkpoint.com.br. Acesso em 01-01-2005.

- HALL, M.B. **Calculation of non-estructural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida, 2000. P. A-25 (Bulletin 339, April-2000).
- HINTZ, H.F.; MATHIAS, M.M.; LEY, H.F. et al. Effects of processing and feeding hay on the digestibility of soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v.27, p.23-47, 1964.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk determination of milkfat, protein and lactose content. Guide fir the operation of mid-infra-red instuments.** Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. **Journal of Dairy Science**. v.83, p.1573-1597, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ . **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3 ed. São Paulo. v.1, 1985.
- IPHARREGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Review: soyhulls for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.
- IPHARREGUERRE, I.R.; IPHARRAGUERRE, R.R.; CLARK, J.H. Performance of lactating dairy cows fed varing amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2905-2912, 2002a.
- IPHARREGUERRE, I.R.; SHABI, Z.; CLARK, J.H. et al. Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varing amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2890-2904, 2002b.
- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical Note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.753-756, 1993.
- JUNG, H.G.; ALLEN, S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774-2790, 1995.
- LANA, R.P.; FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C. et al. Predição e validação do desempenho de vacas leiteiras nas condições brasileiras e uso das equações para estimativa das exigências nutricionais. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais... CD ... SBZ.** 2004. NR 494.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MACGREGOR, C.A.; OWEN, F.G. Effects of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.682-689, 1976.
- MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar (Saccharum officinarum, L.) em substituição à silagem de milho (Zea mays) em dietas para vacas em lactação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D. Effects of soybean hulss and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1070-1083, 1994.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, produção e composição de leite, variáveis ruminais de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: GA NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia. 1985. p. 1-18.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulation dairy rations In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais...**, p. 51-76, 2001.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). www.agricultura.gov.br (04-01-2005).

- MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. **Feedstuffs**, v. 655, n. 46, p.12, 1993.
- NAKAMURA, K.; OWEN, F.G. High amounts of soybean hulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**. v. 72, p.988, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washinton, DC: National Academic Press. 1989, 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academic Press. 2001, 381p.
- NAUFEL, F.; GOEDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagem de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, v.26, sn, p.9-22, 1969.
- NOGUEIRA FILHO; J.C.M.; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L. et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v.34, n.1, p.75-84, 1977.
- NOLLER, C.R. Nutritional requirements of the grazing animal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV, 1997, p.145.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, L.G.; De MATTOS, W.R.S. Planejamento da produção de alimentos para o inverno. In: SIMPOSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL, 10, Planejamento da Exploração Leiteira. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.57-94, 1998.
- ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. 2 ed. London: Academic Press. 1992. 175p.
- PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.
- PANTOJA, J.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L et al. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2341-2356, 1994.
- PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ROCHA, M.H.M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...CD...**, SBZ 1999. Nutrição de Ruminantes.
- PRESTON, T.R. Nutritive Value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v.2, p.125-142, 1977.
- RAMIREZ-MARTINEZ, J.R. Phenolic compounds in coffee pulp: quantitative determination by hplc. **Journal Science Food and Agriculture**, v.43, p.135-144, 1988.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RENNÓ NETO, B.P. **Influência da aplicação da somatotropina bovina (rBST) na função hepática, renal e no lipidograma de bovinos da raça holandês em lactação**. Pirassununga, SP: FMVZ/USP, 2004. 115p. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, 2004.
- RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade “in situ” da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), e fibra em detergente neutro (FDN) da casca de café (Coffea arábica, L.) e Desempenho de novilhos mestiços em fase de recria**. Lavras, MG: UFLA, 1998. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 1998.
- RIBEIRO, E.G.; ESTRADA, L.H.C.; FONTES, C.A.A. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, (2000), CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

- ROBINSON, P.H.; GIVENS, D.I.; GETACHEN, G. Evaluation of NRC, UC DAVIS and ADAS approaches to estimate the metabolizable energy values of feeds at maintenance and energy intake from equations utilizing chemical assays and in vitro determinations. **Animal Feed Science and Technology**, v.114, p.75-90, 2004.
- ROCHA JÚNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGEM, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.480-490, 2003.
- ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Casca de café em dietas de vacas em lactação: consumo, produção de leite e variação de peso. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais...** CD ... SBZ. 2004a NR 180.
- ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Digestibilidade de dietas com diferentes níveis de casca de café na alimentação de vacas em lactação. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais...** CD ... SBZ. 2004b. NR 181.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONEZ Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia. 1998: Viçosa. **Anais...** Viçosa: Associação Nacional dos Estudantes de Zootecnia, 500p. p139-171.1998.
- RODRIGUES, A.A. Cana-de-açúcar e uréia para a alimentação de bovinos na época da seca. In: II SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO TÉCNICA DO NORDESTE MINEIRO, Teófilo Otoni. **Anais...** – CRMV-MG. 2001.
- SARWAR, M.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L. Effects of neutral detergent fiber of forage with soyhull and corn gluten feed for dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1006-1017, 1991.
- SAS INSTITUTE. **SAS - System for linear models**. Cary: SAS Institute, 1991. 329p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SINDIRAÇÕES – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (Ed.) **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: SINDIRAÇÕES, 1998 (paginação descontínua).
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L. **Casca de café em substituição ao milho na dieta de ovinos, novilhas leiteiras e vacas em lactação**. Viçosa, MG: UFV. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003b.
- SOUZA, D.P. **Desempenho, Síntese de Proteína Microbiana e Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Carvão de Algodão em Substituição à Cana-de-açúcar Corrigida**. Viçosa, MG: UFV. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003a.
- STANLEY R.W.; SPIELLMAN, S. The effect of feeding low and high levels of alfafa, guinea grass and sugar cane to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.67 (suppl.1), p. 144-145, 1964.
- TEIXEIRA, J.C. Café. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba, **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1995, p.123-152.
- TITGEMEYER, E.C. Soy by-products as energy sources for beef and dairy cattle. In: **Soy in Animal Nutrition**. J. K. Drackley, ed. Feeding Animal Science, Savy, IL. 2000, p.238-256.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG. (Manual do usuário).1997a. 150p.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG:UFV. 1997b.
- UNDERSANDER, D.J.; HOWARD, W.T.; SHEWER, R.D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. **Journal Production Agriculture**. v.6, n.2, p.231-235, 1993.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2002. 297p.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, P.A.; JÚNIOR, V.R.R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais: In: **Volúmosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragem**. Reis, R.P. et al. Jaboticabal, Editora Funep, 2003, 264p, p.71-86.
- VALLE, L.C.S; MOZZER, O.L.; NETO, J.L. et al. Níveis de concentrado para vacas em lactação em pastagens de capim elefante, no período seco. 1. Produção e composição do leite. In: XXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais**. SBZ. 1986. p.98.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.L.; ARCARO, J.R.P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; MASON, V.C. The influence of Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, n.1, p.45-53, 1991.
- VARGAS, E.; CABEZAS, M.T.; MURILO, B. et al. Efecto de altos niveles de pulpa de café deshidratada sobre el crecimiento y adaptación de novillos jóvenes. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.32, n.4, p.972-989, 1982.
- VEGRO, C.L.R.; CARVALHO, F.C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. **Informações Econômicas**, v.24, n.1, p.9-16, 1994.
- VILELA, F.G. **Uso da casca de café melosa em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados**. Lavras, MG: UFLA, 1999. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 1999.
- VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.768-777, 2003.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceeding**, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.
- WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston. 1988. p. 108-116.

Concentração de nitrogênio uréico no leite e no plasma, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar contendo casca de café ou casca de soja

Resumo – Desenvolveu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho grão pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, sobre o pH e concentração de amônia do líquido ruminal, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparadas a dieta com silagem de milho e 40% de concentrado. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4X4, balanceados de acordo com o período de lactação. Quatro dietas isonitrogenadas (14% de proteína bruta, base da matéria seca) foram utilizadas. A dieta controle constituiu-se de silagem de milho e 40% de concentrados, na base da matéria seca (MS). Três dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado foram utilizadas, onde o milho foi substituído pela inclusão de 0% de casca (sem casca), 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, na base da MS total da dieta. O pH ruminal não diferiu ($P>0,05$) nos tempos de coleta zero e três horas após a alimentação matinal. Três horas após alimentação, a dieta à base de cana-de-açúcar com 10% de casca de café apresentou menor ($P<0,05$) concentração de amônia ruminal em relação às dietas contendo silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, não diferindo ($P>0,05$) da dieta com cana-de-açúcar sem casca. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na excreção de uréia na urina e na concentração de nitrogênio uréico no leite, apresentando valores médios de 179,31 mg/kg de PV e 12,59 mg/dl, respectivamente. O teor de nitrogênio uréico no plasma (NUP) foi menor ($P<0,05$) na dieta com silagem de milho em relação às dietas cana-de-açúcar sem casca e com 20% de casca de soja. Entre as dietas à base de cana-de-açúcar, a que incluiu 10% de casca de café apresentou menor ($P<0,05$) teor de NUP. O balanço de compostos nitrogenados (BN) da dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café foi menor ($P<0,05$) em relação às dietas com silagem de milho e cana-de-açúcar sem casca, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta com 20% de casca de soja; entretanto, em todas as dietas o BN foi positivo. A síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência microbiana não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas, apresentando valores médios de 273 g/dia e 130,08 gPBmic/kg de NDT, respectivamente. A substituição do milho pela casca de café ou casca de soja, nos níveis de inclusão utilizados, não afetou a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados da dieta, o crescimento e a eficiência dos microrganismos ruminais.

Palavras-chave: Eficiência do nitrogênio; funcionamento ruminal; silagem de milho

Milk and plasma urea nitrogen concentration, nitrogen compounds balance and microbial protein production in dairy cows fed with sugar-cane based diets supplemented with coffee hull or soybean hull

Abstract - The objective of his work, was to evaluate the effect of corn grain replacement by coffee hull or soybean hull in sugar-cane based diets, with 60% concentrate, for dairy cows, on pH and liquid ruminal ammonia concentration, urea excretion in the urine, plasma and milk urea concentration, nitrogen compounds balance and microbial protein production, compared with corn silage diet. 12 purebred and crossbred Holstein cows were assigned to three 4X4 latin squares, balanced according to lactation period. Diets were isonitrogenous, with 14% crude protein, based on dry matter (DM). Diet control consisted of corn silage (AG-1051) and 40% concentrate, in DM. Three sugar-cane based diets (RB 73-9735) with 60% concentrate were used, with corn being replaced by 0% hull (without hull), 10% coffee hull or 20% soybean hull, in DM total diet. Ruminal pH did not differ ($P>0,05$) at the collection times zero and three hours after the morning feeding. Immediately before the feeding there was no difference ($P>0,05$) for ruminal ammonia concentration. However, three hours after feeding, the sugar-cane based diet with 10% coffee hull showed lower concentration ($P<0,05$) of ruminal ammonia than the diets containing corn silage and sugar-cane with 20% soybean hull, not differing ($P>0,05$) from the sugar-cane diet without hull. No differences were found ($P>0,05$) for urea excretion in the urine (UE) and milk urea nitrogen (MUL), with mean values 179,31 mg/kg PV and 12,59 mg/dl, respectively. Plasma urea nitrogen (PUL) was lower ($P<0,05$) in the corn silage diet than sugar-cane diets without hull and with 20% soybean hull. Among the sugar-cane based diets, the one including 10% coffee hull gave lower ($P<0,05$) levels of NUP. The nitrogen compounds balanced (NB) of the sugar-cane diet with 10% coffee hull was lower ($P<0,05$) than the diets with corn silage and sugar-cane without hull, but it did not differ ($P>0,05$) from the diet with 20% soybean hull; however, NB was positive in all diets. Microbial nitrogen compound synthesis and microbial efficiency were not influenced by the diets ($P>0,05$), with mean values of 273 g/day and 130,08 gPBmic/kg NDT, respectively. The replacement of corn for coffee or soybean hull, in the used inclusion levels did not affect the efficiency of nitrogen compounds use, and, the growth and efficiency of rumen microorganisms.

Keywords: Efficiency of dietary nitrogen, ruminal functioning, corn silage.

INTRODUÇÃO

Os ruminantes estão na dependência dos microrganismos ruminais para atender suas exigências de proteína e energia (Coelho da Silva & Leão, 1979; Valadares Filho & Valadares, 2001). Sob este aspecto, a busca pela eficácia e eficiência nos sistemas de alimentação requer a otimização do crescimento microbiano com minimização de perdas potenciais de nutrientes.

Os microrganismos ruminais necessitam de condições ecológicas específicas para permitir a normalidade do metabolismo e crescimento. O pH ruminal é o principal fator químico que afeta o crescimento microbiano, devendo manter-se na faixa de $6,7 \pm 0,5$ para permitir a adequada atividade microbiana (Van Soest, 1994). O tamponamento ruminal é mantido em condições normais principalmente através da saliva e remoção dos ácidos graxos voláteis por absorção. Em dietas à base de cana-de-açúcar, a fermentação ruminal é caracterizada por apresentar pH alto e estável, variando de 6,8 a 7,3, o que é atribuído a intensa salivagem dos animais (Leng & Preston, 1976) e a ação regulatória dos protozoários sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis (Minor et al., 1971, citado por Oliveira, 1999; Souza, 2003a).

O crescimento microbiano pode ser afetado pela disponibilidade de nutrientes exigidos pelos microrganismos ruminais, tais como carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre e ácidos graxos de cadeia ramificada (Sniffen et al., 1993).

A amônia, principal fonte de nitrogênio dos microrganismos ruminais (Morrison & Mackie, 1996), é disponibilizada no rúmen através da degradação da proteína verdadeira dietética, do nitrogênio não protéico da dieta e pela reciclagem de uréia. Assim, fatores que limitam a degradação protéica no rúmen podem afetar o crescimento microbiano. A presença nos alimentos de polifenóis totais, ou taninos é um desses fatores, pois se ligam às proteínas através de reações de hidrólise (reversível em condições ácidas no abomaso), e reações de condensação (irreversível), reduzindo o contato com as enzimas proteolíticas (Orskov, 1992).

A concentração de amônia ruminal tem sido utilizada como indicador de degradação protéica, eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e de crescimento microbiano. Alguns trabalhos sugeriram limites inferiores de concentração de amônia ruminal para maximizar o crescimento microbiano (Satter e Slyter, 1974; Leng e Nolan, 1984). No entanto, a exigência de amônia ruminal para síntese microbiana não é homogênea entre os microrganismos e depende do substrato utilizado (Russell, et al., 1992). Deste modo, faz-se necessário determinar ou estimar a produção de proteína microbiana, pois a concentração de amônia ruminal representa uma medida de excesso e não necessariamente vai refletir a eficiência de crescimento de todos os microrganismos ruminais (Morrison & Mackie, 1996; Oba & Allen, 2003).

Dentre os diferentes métodos para estimar a síntese de proteína microbiana, o uso de derivados de purina (DP) tem sido preferido pela simplicidade e por não requerer a utilização de animais fistulados (Valadares Filho & Valadares, 2001). Este método assume que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após a digestão intestinal e absorção, as bases adenina e guanina são proporcionalmente recuperadas na urina nas formas de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina (Perez et al., 1996). Em bovinos, devido à alta atividade da enzima xantina oxidase, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico, as excreções de alantoína e ácido úrico representam cerca de 98% dos derivados urinários de purinas, portanto sendo irrisórias a contribuição da xantina e hipoxantina na determinação da excreção total dos DP (Rennó et al., 2000).

O método de DP necessita do conhecimento do volume urinário excretado diariamente, que pode ser estimado através de uma única amostra de urina, denominada de coleta *spot* de urina (Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001). Através da estimativa da excreção diária de creatinina e determinação da concentração de creatinina na urina, o volume urinário pode ser estimado (Valadares Filho & Valadares, 2001).

A uréia constitui a principal forma de excreção de compostos nitrogenados em mamíferos. Quando a taxa de síntese da amônia excede a taxa de utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, que penetra na corrente sanguínea através da parede ruminal sendo transportada até o fígado para ser detoxificada pela conversão à uréia (Frosi & Mullbach, 1999). Por se tratar de uma pequena molécula solúvel em água e altamente permeável, a uréia está presente em todos os fluidos corporais, incluindo o sangue e o leite. Assim, a concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e/ou no leite (NUL) pode ser utilizada para monitorar a utilização do nitrogênio da dieta, para objetivo evitar perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais (Broderick & Clayton, 1997).

A utilização de cana-de-açúcar para vacas de maior potencial de produção tem exigido participações mais elevadas de concentrados na dieta (Rodrigues, 2001; Costa, 2003), o que poderá reduzir o pH ruminal e comprometer o funcionamento normal do rúmen. Neste sentido, a substituição de grãos ricos em carboidratos rapidamente fermentáveis, por fontes de carboidratos estruturais de alta digestibilidade, como a casca de soja, pode prevenir distúrbios no funcionamento ruminal (Ipharraguerre & Clark, 2003).

A casca de café, produto resultante do processamento do café por via seca (Caele, 1984), tem sido utilizada em substituição parcial ao milho grão em dietas de vacas leiteiras, estimulado pela elevada disponibilidade e preços competitivos (Barcelos et al., 1995; Souza, 2003b; Rocha et al., 2004). No entanto, apresenta-se como alimento de menor disponibilidade energética que o

milho, alta proporção de compostos nitrogenados ligados à fibra em detergente ácido e alto conteúdo de polifenóis totais (Barcelos et al., 2001; Valadares Filho et al., 2002) e, portanto, sua utilização poderá afetar o crescimento dos microrganismos ruminais.

Assim, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de café ou casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, sobre o pH e a concentração de amônia no rúmen, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparadas à dieta com silagem de milho e 40% de concentrado na base da MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, durante o período de junho a setembro de 2003.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata Mineira, a 649 m de altitude geograficamente definida pelas coordenadas de 20° 45' 20'' de latitude sul e 42° 52' 40'' de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e águas de outubro a março. A precipitação média anual é de 1341,2mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, balanceados de acordo com o período de lactação. Os animais do 1º-, 2º- e 3º- quadrado latino, entraram em experimento com média de 116, 176 e 211 dias de lactação e saíram com 192, 252 e 287 dias de lactação, respectivamente. Todas as vacas apresentaram no final do experimento menos de 150 dias de gestação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 19 dias cada um, sendo os doze primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para as coletas de amostras.

Os animais foram alimentados com quatro dietas. A dieta controle foi constituída de silagem de milho (*Zea mays*, híbrido AG-1051) com 40% de concentrado na base da MS e as

dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L; variedade RB 73-9735) foram constituídas de 60% de concentrados, na base da MS, sendo o milho substituído pela inclusão de 0% de casca (sem casca), 10% de casca de café ou 20% de casca de soja, na base da MS total da dieta. A cana-de-açúcar utilizada estava no seu segundo corte, com aproximadamente 10 meses após o último corte. Para todas as dietas contendo cana-de-açúcar, foi adicionado 1% da mistura de nove partes de uréia e uma parte de sulfato de amônio, com base na matéria natural, e aos concentrados foram misturados bicarbonato de sódio e óxido de magnésio na proporção de 2:1.

A casca de café utilizada foi produzida pela Usina de Café, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. A casca de café e a casca de soja, antes de serem adicionadas e misturadas aos ingredientes das rações concentradas, foram moídas no mesmo moinho e com a mesma peneira utilizada na moagem do milho.

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados em cada dieta. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, de forma a atender as exigências nutricionais de uma vaca com 580 kg de peso corporal, 30 semanas de lactação, produzindo diariamente 20 kg de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001). A composição química-bromatológica das dietas experimentais pode ser observada na Tabela 2. O preparo e as análises das amostras de alimentos e sobras, bem como a coleta e preparo das amostras de fezes foram descritos no primeiro artigo.

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria seca (% na MS)

Ingredientes	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
Silagem de milho	60,00			
Cana-de-açúcar corrig. ¹		40,00	40,00	40,00
Fubá de milho	21,00	41,09	31,09	21,09
Casca de café			10,00	
Casca de soja				20,00
Farelo de soja	8,50	6,90	6,60	3,90
Farelo de trigo	6,54	6,29	6,66	9,56
Farelo de algodão	2,03	3,10	3,10	3,10
Uréia/S. de amônio (9:1)	0,60			
Tamponantes		0,85	0,85	0,85
Mistura mineral	1,33	1,77	1,70	1,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura de uréia mais sulfato de amônio, base da matéria natural, na proporção de 9:1

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e insolúveis em detergente ácido (NIDA); extrato etéreo (EE); carboidratos totais (CT); fibra em detergente neutro (FDN); FDN corrigida para proteína (FDN_p); FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); carboidratos não fibrosos (CNF); carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}); fibra em detergente ácido (FDA); FDA indigestível (FDAI); lignina; cafeína e polifenóis totais (PFT); nutrientes digestíveis totais estimados ao nível de manutenção (NDT_m); nutrientes digestíveis totais estimados com nível de ingestão de 2,55M (NDT_p) e energia líquida de produção (EL_p) obtidos para as dietas experimentais

Itens	Dietas			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA		
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja
MS %	54,72	64,01	63,94	64,10
MO ¹	94,31	95,61	94,94	95,32
PB ¹	13,33	14,09	14,16	14,12
NNP ²	36,38	38,18	38,91	38,25
NIDN ²	11,77	9,02	11,06	13,77
NIDA ²	6,16	3,99	5,41	4,74
EE ¹	2,23	2,18	1,88	1,55
CT ¹	78,74	79,34	78,90	79,15
FDN ¹	41,58	26,87	31,11	37,76
FDN _p ¹	40,01	25,34	29,29	35,57
FDN _{cp} ¹	38,59	24,67	28,48	34,81
CNF ¹	38,15	54,91	50,23	43,82
CNF _{cp} ¹	41,14	57,11	52,86	46,78
FDA ¹	22,43	13,43	17,23	22,23
FDAI ¹	11,35	7,91	10,93	9,29
Lignina (KMnO ₄) ¹	3,35	3,09	3,98	3,69
Cafeína ¹	0,279	0,233	0,307	0,215
PFT ¹	0,546	0,319	0,557	0,333
NDT _m ^{1,3}	69,22	78,35	74,91	73,89
NDT _p ^{1,3}	65,59	72,03	69,46	68,87
EL _p ³ (Mcal/kg)	1,36	1,59	1,48	1,49

¹ Valores em percentagem da MS; ² Valores em percentagem do nitrogênio total; ³ Estimado segundo NRC (2001);

O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos 0 (zero) antes da alimentação e três horas após a alimentação matinal do 19^o dia de cada período experimental. Amostras de 50 ml de líquido ruminal foram retiradas para leitura imediata do pH, utilizando-se potenciômetro. Após a leitura, as amostras foram acondicionadas em frascos de plásticos contendo 1mL de ácido sulfúrico 50 % (v/v), e armazenadas em congelador à -15^oC para posteriores análises de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

Para determinação de N-NH₃, foram retiradas alíquotas 8 mL de líquido ruminal das amostras descongeladas e adicionado 2 mL de ácido tricloroacético à 25 % (p/v). Após repouso de 30 minutos, foram levadas à centrífuga durante 15 minutos, a 5.000 rpm. Do sobrenadante, retirou-se 4 mL para destilação com 10 mL de KOH 2N, segundo o método micro Kjeldahl, descrito em Silva & Queiroz (2002).

As amostras de leite, aproximadamente 300 mL, foram coletadas no 16^o dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, para realizar as análises de compostos nitrogenados totais, alantoína e uréia. Parte das amostras compostas foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos compostos nitrogenados totais, segundo a metodologia descrita pelo IDF (1996). Uma outra parte da amostra composta de leite foi desproteïnizada com ácido tricloroacético (10 mL de leite foram misturados com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%), filtrado em papel-filtro e armazenado a -15 °C, sendo as análises de uréia e alantoína realizadas no filtrado.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15 °C para posteriores análises de nitrogênio total, uréia, alantoína, ácido úrico e creatinina.

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002).

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, utilizando seringas e agulhas descartáveis e EDTA como anticoagulante. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas (5000 rpm por 15 minutos) e o plasma sanguíneo acondicionado em recipientes de vidro e congelado -15 °C para posteriores análises de uréia.

As análises de alantoína na urina e no leite foram feitas pelo método colorimétrico, segundo Fujihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992). As determinações de creatinina, ácido úrico e uréia foram realizadas por meio de kits comerciais (Labtest).

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) de creatinina (Chizzotti, 2004).

A excreção total de DP foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação $Y = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 $PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey), utilizando-se o programa SAEG, versão 7.0 (UFV, 1997a), utilizando um nível de 5% de significância.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

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

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;

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os valores de pH e a concentração de amônia do líquido ruminal nos tempos zero e três horas após a alimentação, para as dietas experimentais. Apesar do maior nível de concentrado (60% da matéria seca) nas dietas à base de cana-de-açúcar, o pH ruminal não apresentou diferença ($P>0,05$) para ambos os tempos de coleta, estando os níveis dentro da faixa considerada ideal para o máximo crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

Tabela 3 – Valores médios e coeficientes de variação (CV) para o pH e a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal nos tempos zero e três horas após a alimentação, obtidos para as dietas experimentais

Tempo (h)	Dietas			CV (%)	
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
	pH				
Hora 0	7,29	7,19	7,32	7,18	2,28
Hora 3	6,92	6,93	6,99	6,86	2,85
	N-NH ₃ (mg/dL)				
Hora 0	4,24	3,62	3,59	3,72	27,86
Hora 3	11,82a	10,56ab	8,66b	12,09a	24,36

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P> 0,05$) pelo teste de Tukey.

Leng & Preston (1976) afirmaram que o pH do líquido ruminal de animais consumindo dietas à base de cana-de-açúcar é alto e estável, sendo resultado da alta taxa de fluxo salivar decorrente do tempo considerável de mastigação sob tais dietas. Contrariamente, foi observado menor tempo desprendido com mastigação para as dietas à base de cana-de-açúcar (média de 11,60 horas), em relação à dieta com silagem de milho (14,11 horas), conforme apresentado no artigo anterior. Contudo, parece que isto não foi suficiente para comprometer a secreção salivar e o tamponamento ruminal, provavelmente devido aos efeitos, tamponante do bicarbonato de sódio, e alcalinizante do óxido de magnésio e da amônia proveniente da uréia da dieta.

A substituição de grãos de cereais ricos em carboidratos rapidamente fermentáveis por alimentos ricos em carboidratos estruturais de alta digestão, como a casca de soja, tem sido utilizado como forma de prevenir distúrbios no funcionamento ruminal (Ipharraguerre et al., 2002). A fermentação ruminal dos carboidratos estruturais não produz ácidos capazes de reduzir o pH ruminal (Hall, 2001). No entanto, não foi observada melhoria no ambiente ruminal (pH) com a substituição do milho pela casca de soja no nível de inclusão de 20% da MS da dieta à base de cana-de-açúcar, estando de acordo com as observações de Cunningham et al. (1993), Mansfield &

Stern (1994), Pantoja et al. (1994) e Elliott et al. (1995). A ausência de diferenças nos tempos desprendidos com mastigação (primeiro artigo), quando o milho foi substituído pela casca de soja nas dietas à base de cana-de-açúcar, pode explicar o resultado obtido, pois o tempo de mastigação se correlaciona positivamente com a secreção de saliva e conseqüentemente com o tamponamento ruminal (Mertens, 2001).

Não houve diferença ($P>0,05$) no tempo zero para a concentração de amônia ruminal. Entretanto, três horas após a alimentação, a dieta com base na cana-de-açúcar com 10% de casca de café, apresentou menor ($P<0,05$) concentração de amônia ruminal em relação às dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, não diferindo ($P>0,05$) da dieta contendo cana-de-açúcar sem casca. As elevadas concentrações de compostos nitrogenados presentes na fração fibrosa da casca de café, na forma de NIDN e NIDA, considerados de baixa disponibilidade para os microrganismos do rúmen (Licitra et al., 1996), associado ao maior teor de polifenóis totais, podem ter sido os responsáveis pela menor degradabilidade ruminal da proteína da dieta e, conseqüentemente, pela menor concentração de amônia ruminal.

As concentrações de amônia ruminal no tempo três horas, obtidas para todas as dietas, estão acima do mínimo de 5 mg/dL, sugerido por Satter & Slyter (1974) para o maximizar o crescimento microbiano *in vitro*, mas abaixo do mínimo de 15 mg/dL sugerido por Leng & Nolan (1984). No entanto, a concentração ruminal representa uma medida de excesso e não necessariamente vai refletir a eficiência de crescimento de todos os microrganismos ruminais (Morrison & Mackie, 1996; Oba & Allen, 2003). A exigência de amônia ruminal como fonte de nitrogênio para síntese microbiana não é homogênea, sendo de 100% do nitrogênio total para os microrganismos que degradam carboidratos fibrosos, e de 34% para os que degradam carboidratos não fibrosos (Russell et al., 1992). Como as dietas apresentaram um elevado teor de carboidratos não fibrosos (Tabela 2) é possível que os valores observados de amônia ruminal não comprometeram o crescimento microbiano.

Os níveis de excreção urinária de uréia (EU-urina), e as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e relação NUL/NUP obtidos para as dietas, estão apresentados na Tabela 4. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para EU-urina, NUL e na relação NUL/NUP entre as dietas experimentais. No entanto, o nível de NUP foi menor ($P<0,05$) na dieta com silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar, com exceção para a dieta com 10% de casca de café. Entre as dietas à base de cana-de-açúcar, aquela com 10% de casca de café apresentou menor ($P<0,05$) concentração de NUP em relação à dieta sem casca, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta com 20% de casca de soja.

Tabela 4 – Médias e coeficientes de variação (CV) para a excreção urinária de uréia (EU-urina), concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e relação NUL/NUP obtidos para as dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
EU-urina, mg/kg PV	172,66	181,53	182,30	180,73	47,31
NUL, mg/dL	11,24	13,40	11,50	13,22	17,43
NUP, mg/dL	11,28c	13,94a	11,46bc	13,66ab	15,28
NUL/NUP	1,00	0,96	1,00	0,97	16,81

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

A concentração de NUP apresenta alta correlação positiva com os teores dietéticos de proteína bruta (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004; Hojman et al., 2004; Nousiaine et al., 2004) e proteína degradável no rúmen (Oliveira et al., 2001; Chizzotti, 2004; Hojman et al., 2004). Assim, o menor valor de NUP obtido para a dieta com silagem de milho pode ser devido ao menor consumo de proteína bruta (2,54 kg/dia) em relação às dietas com cana-de-açúcar sem casca (2,81 kg/dia) e com 20% de casca de soja (2,86 kg/dia), conforme verificado no artigo anterior. Apesar do consumo de proteína bruta não diferir ($P > 0,05$) entre as dietas à base de cana-de-açúcar, o menor valor obtido de NUP para a dieta com 10% de casca de café pode ser atribuído à menor degradabilidade ruminal da proteína.

A relação NUL/NUP média encontrada para as dietas (0,98) reflete uma alta correlação entre as duas variáveis, observados em diversos trabalhos (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004). Broderick & Clayton (1997), utilizando dados de 482 vacas da raça Holandesa, recomendaram a seguinte equação para estimar NUP à partir do NUL: $NUP = 1,021NUL + 0,399$ ($r^2 = 0,918$), que superestimou em apenas 5%, 1%, 6% e 2% o NUP observado nas dietas contendo silagem de milho, cana-de-açúcar sem casca, com 10% de casca de café e 20% de casca de soja, respectivamente. Apesar da alta correlação e da mesma tendência de resultados, os valores de NUL não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas, ao contrário do NUP. Isto pode ser explicado pelo maior coeficiente de variação (CV) observado nos resultados de NUL em relação ao NUP.

O valor médio observado para a concentração de NUL (12,59 mg/dL) está dentro das faixas consideradas adequadas de balanceamento de energia e proteína, de 12 a 17 mg/dL (Broderick, 1995), 11 a 17 mg/dL (Harris, 1996), 12 a 17 mg/dL (Hutjens, 1996), 10 a 14 mg/dL (Moore & Varga, 1996; Ferguson, 2001), 12 a 16 mg/dL (Jonker et al., 1998) e 10 a 14 mg/dL (Machado & Cassoli, 2002). Por outro lado, está abaixo do limite máximo de 24 a 25 mg/dL a partir do qual

ocorreriam perdas de compostos nitrogenados (Oliveira et al., 2001), abaixo do limite máximo de 19 mg/dL sugerido por Butler et al. (1995) a partir do qual ocorreria redução na eficiência reprodutiva, e próximos ao valor de 12,40 mg/dL e 11,70 mg/dL observados por Broderick (2003) e Nousiainen et al. (2004) que refletiu no melhor balanceamento de proteína e energia e na melhor eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, respectivamente.

Os valores médios e coeficientes de variação para os consumos de compostos nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de nitrogênio (BN), e médias das excreções ou secreções em relação ao NT obtidas para as dietas, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os consumos de compostos nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de N (BN) e médias das excreções ou secreções em relação ao NT obtidas para as dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/SA			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
NT, g/dia	406,67b	450,27ab	423,87ab	457,73a	8,79
N-fecal, g/dia	120,03b	141,49ab	171,91a	165,45a	23,43
N-urina, g/dia	115,27	131,57	103,66	133,50	26,49
N-leite, g/dia	110,43	117,92	119,00	111,28	8,81
BN g/dia	+ 60,94a	+ 59,29a	+ 29,29b	+ 47,50ab	44,52
N-fecal (% do NT)	29,52b	31,42ab	40,56a	36,15ab	22,71
N-urina (% do NT)	28,34	29,22	24,45	29,17	25,74
N-leite (% do NT)	27,15ab	26,19ab	28,07a	24,31b	9,39
BN (% do NT)	14,99a	13,17ab	6,91c	10,38b	42,76

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Observa-se que o consumo de nitrogênio total (NT) da dieta com silagem de milho foi menor ($P < 0,05$) em relação à dieta contendo cana-de-açúcar com 20% de casca de soja, mas não diferiu ($P > 0,05$) das dietas com cana-de-açúcar sem casca e com 10% de casca de café. O menor teor de PB da dieta à base de silagem de milho (13,33%, base da MS) pode ter sido responsável pelo menor consumo de NT, uma vez que o consumo de matéria seca não diferiu ($P > 0,05$) nas demais dietas (artigo anterior).

A excreção de N-fecal, em g/dia e % do NT, da dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café foi maior ($P < 0,05$) em relação à dieta com silagem de milho, enquanto que para as dietas contendo cana-de-açúcar sem casca e com 20% de casca de soja a excreção de N-fecal (% do NT) não diferiu ($P > 0,05$) da dieta com silagem de milho. Embora não tenham sido observadas

diferenças ($P>0,05$) entre as dietas à base de cana-de-açúcar, os valores de N-fecal para as dietas com 10% de casca de café e 20% de casca de soja foram numericamente maiores que os da dieta sem casca, provavelmente devido a maior presença de compostos nitrogenados nas formas de NIDN e NIDA da casca de café e de NIDN da casca de soja, em relação ao milho (capítulo 1), de menor degradabilidade ruminal e intestinal.

A excreção de N-urina, expressa em g/dia e % do NT não diferiu ($P>0,05$) entre as dietas. Alguns trabalhos foram desenvolvidos para estimar a excreção de nitrogênio na urina a partir dos níveis de nitrogênio uréico no leite (NUL), como forma de monitorar o balanceamento protéico da dieta (Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004). Jonker et al. (1998) desenvolveram a equação: N-urina (g/dia) = $12,54 \cdot \text{NUL}(\text{mg/dL})$, que superestimou em 29,7% o valor médio observado das dietas (121,75g/dia). Já Chizzotti (2004) propôs as equações: N-urina (g/dia) = $0,0135 \cdot \text{NUL}(\text{mg/dL}) \cdot \text{PV}(\text{kg})$ ($r^2=0,69$) e N-urina (g/dia) = $0,0151 \cdot \text{NUP}(\text{mg/dL}) \cdot \text{PV}(\text{kg})$ ($r^2=0,69$), que subestimaram em 18,6% e 9,0% o valor médio observado de N-urina.

A secreção de nitrogênio no leite (N-leite) expressa em g/dia, não diferiu ($P>0,05$) entre as dietas. Broderick & Clayton (1997) desenvolveram uma equação que correlaciona a eficiência de utilização do nitrogênio com os teores de nitrogênio uréico no leite (NUL), onde: Eficiência de N (N-leite/NT) = $-0,004 \cdot \text{NUL}(\text{mg/dL}) + 0,309$ ($r^2 = 0,626$). Considerando o valor médio de NUL das dietas de 12,59 mg/dL (Tabela 4), a equação subestimou em apenas 2,1% o valor médio observado de eficiência das dietas de 0,2643 (26,43% de N-leite/N-total).

O balanço de nitrogênio (BN) em g/dia foi menor ($P<0,05$) para a dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café em relação às demais dietas, exceto com 20% de casca de soja. As dietas baseadas em cana-de-açúcar sem casca e com 20% de casca de soja não diferiram ($P>0,05$) para o BN, em g/dia, da dieta com silagem de milho. O menor valor de BN para a dieta contendo cana-de-açúcar com 10% de casca de café pode ser atribuído ao maior valor de excreção de N-fecal. Mesmo assim, pode-se observar que independente da dieta, não ocorre valor negativo para o BN, indicando que o consumo de proteína atendeu as exigências protéicas das vacas.

Na Tabela 6 são apresentadas as excreções de alantoína na urina (ALU) e no leite (ALL), de ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT) e purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) obtidas para as dietas. Observa-se que nenhuma dessas variáveis foi influenciada ($P>0,05$) pelas dietas. Esses resultados estão de acordo com aqueles observados por Costa (2003), que não encontrou diferenças na síntese de nitrogênio microbiano e na eficiência microbiana para dieta à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, em relação à dieta silagem de milho e 40% de concentrado, para vacas leiteiras com produção diária próxima de 20 kg. Os valores médios de

Nmic e de Emic encontrados pelo presente trabalho de 273 g/dia e 130,08 g PBmic/kg de NDT, foram próximos aos observados por Costa (2003) de 268,54 e 126,4, respectivamente.

Tabela 6 – Médias e coeficientes de variação para as excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) em função das dietas experimentais

Itens	Dietas				CV (%)
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar + 1% de uréia/AS			
		Sem casca	10% Casca de café	20% Casca de soja	
ALU (mmol/dia)	266,39	299,60	300,38	300,64	25,70
ALL (mmol/dia)	29,97	26,58	29,63	27,58	21,44
ACU (mmol/dia)	32,63	40,59	33,06	38,49	34,71
PT (mmol/dia)	328,99	366,77	363,07	366,71	24,16
ALU (% das PT)	80,97	81,69	82,73	81,98	---
PA (mmol/dia)	333,61	377,34	373,72	377,66	27,68
Nmic (g/dia)	242,56	273,51	271,71	274,58	27,68
Emic (g PBmic/kgNDT)	129,82	120,51	141,35	128,63	25,09

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Souza (2003b) não encontrou diferenças na síntese de compostos nitrogenados microbianos e na eficiência microbiana, quando o milho da ração concentrada foi substituído pela casca de café, com nível de 10% de inclusão, com base na matéria seca da dieta para vacas lactantes, utilizando silagem de milho com 40% de concentrado. Os valores médios de Nmic e de Emic encontrados no presente trabalho, foram próximos aos observados por Souza (2003b), de 266,3 g/dia e 136,8 g PBmic/kg de NDT, respectivamente.

Ao que tudo indica, as dietas não apresentaram diferenças quanto ao suprimento de energia, proteína e outros nutrientes essenciais para a síntese de proteína microbiana, principal fonte de aminoácidos para vacas em lactação (Schwab, 1996). O valor médio de eficiência microbiana de 130,08 g PBmic/kg de NDT obtido para as dietas, assemelha-se ao valor médio sugerido pelo NRC (2001) de 130 g PBmic/kg de NDT.

CONCLUSÕES

O milho pode ser substituído pela casca de café ou casca de soja, com níveis de 10% ou 20% de inclusão, na base da matéria seca da dieta, respectivamente, sem comprometer o funcionamento ruminal, a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, a síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência microbiana de vacas com produção diária de 20 kg de leite, recebendo dietas à base de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PÉREZ, J.R.O. et al. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1325-1331, 2001.
- BARCELOS, F.A.; SETTE, R.S; ANDRADE, I.F. et al. **Aproveitamento da casca de café na alimentação de vacas em lactação**. Circular Técnica. v.46, n.6, p.1-4, 1995.
- BRODERICK, G.A. Use of milk urea as an indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cows. USDA. Agriculture Research Service. US Dairy Forage Research Center, 1995. **Research Summaries**, 122p.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1370-1381, 2003.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen (MUN) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, **Proceedings**, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1995. p.89-95.
- CAIELLI, E.L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.36-38, 1984.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- COSTA, M.G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. Nutrient digestion, nitrogen and amino acid flows in lactating cows feed soybean hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3523-3535, 1993.

- ELLIOTT, J. P.; DRACKLEY, G.C.; FAHEY, J.R. et al. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1512-1525, 1995.
- FERGUSON, J.D. Milk urea nitrogen. Center for Animal Health and Productivity, 2001, http://cahpwww.vet.upenn.edu/mun/mun_info.html (10-01-2005).
- FROSI, R.A.M.; MUHLBACH, P.R.F. Nitrogênio uréico no sangue (BUN) e nitrogênio uréico no leite (MUN) como ferramenta para monitorar o status protéico e energético da dieta de ruminantes. In: **TÓPICOS EM PRODUÇÃO ANIMAL I**, Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGC, p.41-54. 1999. 324p.
- HALL, M.B. Recent advances in non-carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais...**, 2001, p 139-159.
- HARRIS Jr., B. Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. **Biotechnology in the feed industry**. Nottingham: Nottingham University Press, 1996, p.75-81.
- HOJMAN, D.; KROLL, O.; ADIN, G. et al. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits en Israeli dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.1001-1011. 2004.
- HUTJENS, R. MUN as a management tool. In: **Illinois Dairy Report**, Building on Basics, University of Illinois, Champaign, IL. 1996.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk. Determination of milkfat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- IPHARREGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Review: soyhulls for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAM, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p.1072-1089, 1984.
- LENG, R.A.; PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production; present constraints, perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production**, v.1, n.1, p.1-26, 1976.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. In: III SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE LEITE Lavras. **Anais...**, p. 161-179, 2002.
- MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1070-1083, 1976.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulation dairy rations In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais...**, p.51-76, 2001.
- MOORE, D.A.; VARGA, G. BUN and MUN: Urea nitrogen testing in dairy cattle. **Compendium Continuing Education Veterinary**. v.18, n.6, p.712-721, 1996.
- MORRISON, M.; MACKIE, R.I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal Agriculture Research**, v.47, n.2 p. 227-246, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.386-398, 2004.
- OBA, M.; ALLEN, M. Dose-response effects of intrauminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2922-2931, 2003.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- 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. **Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG**, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. 2 ed. London: Academic Presss. 1992. 175p.
- PANTOJA, J.; FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L et al. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2341-2356, 1994.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.4, p.1223-1234, 2000.
- ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. Casca de café em dietas de vacas em lactação: consumo, produção de leite e variação de peso. In: XXXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. **Anais... CD ... SBZ**. 2004. NR 180.
- RODRIGUES, A.A. Cana-de-açúcar e uréia para a alimentação de bovinos na época da seca. In: II SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO TÉCNICA DO NORDESTE MINEIRO, Teófilo Otoni. **Anais... – CRMV-MG**. 2001.
- RUIZ, R.; TEDESCHI, L.O.; MARINI, J.C. et al. The effect of a ruminal nitrogen (N) deficiency in dairy cows: evaluation of the cornell net carbohydrate and protein system ruminal N deficiency adjustment **Journal of Dairy Science**, v. 85, p.2986-2999, 2002.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SCHWAB, C.G. Amino acid nutrition of the dairy cows: current status. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, **Proceedings**, Cornell University, Ithaca, NY, 1996. p.184-198.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cows: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SOUZA, A.L. **Casca de café em substituição ao milho na dieta de ovinos, novilhas leiteiras e vacas em lactação**. Viçosa, MG: UFV. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003b.

- SOUZA, D.P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida.** Viçosa, MG: UFV. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003a.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas.** Versão 7.1. Viçosa, MG. (Manual do usuário). 1997a. 150p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos.** Viçosa, MG:UFV. 1997b.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2002. 297p.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais....**,p. 229-247, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VEGRO, C.L.R.; CARVALHO, F.C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. **Informações Econômicas**, v.24, n.1, p.9-16, 1994.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal Agriculture Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

CONCLUSÕES GERAIS

A casca de café ou a casca de soja podem ser utilizadas em substituição ao milho, nos níveis de inclusão de 10% ou 20% da matéria seca em dieta à base de cana-de-açúcar, respectivamente, sem comprometer o desempenho, a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, a síntese de proteína microbiana e a eficiência microbiana de vacas de leite com produção diária de 20 kg de leite.

A substituição da dieta contendo 60% de silagem de milho pela dieta com 40% de cana-de-açúcar, apresentou potencial de aumentar a rentabilidade do sistema de produção de leite, sendo dependente de combinações favoráveis de custos relativos da cana-de-açúcar e de preços relativos dos alimentos concentrados, principalmente do milho

ANEXO A

Tabela A-1 – Valores das 48 observações de consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN)

QL	Vaca	Peri	Trat	Consumo (Kg/dia)					% Peso vivo		g/kg ^{0,75}
				MS	MO	PB	EE	FDN	MS	FDN	MS
1	4	1	1	17,45	16,43	2,62	0,46	6,36	3,83	1,39	176,89
2	2	1	1	18,20	17,14	2,73	0,48	6,59	2,95	1,07	147,09
3	3	1	1	18,01	16,95	2,70	0,48	6,39	3,17	1,12	154,70
1	2	2	1	18,19	17,19	2,48	0,42	7,07	3,33	1,29	160,87
2	3	2	1	16,51	15,58	2,33	0,38	5,83	2,84	1,00	139,55
3	1	2	1	17,82	16,82	2,43	0,41	6,78	2,77	1,05	139,56
1	3	3	1	18,99	17,88	2,49	0,35	8,00	3,45	1,46	167,00
2	1	3	1	19,92	18,75	2,59	0,36	8,52	3,95	1,65	187,08
3	4	3	1	18,93	17,82	2,51	0,35	7,83	2,81	1,18	143,05
1	1	4	1	18,61	17,54	2,54	0,43	7,48	3,14	1,26	154,83
2	4	4	1	22,45	17,55	2,58	0,43	9,17	3,42	1,40	173,06
3	2	4	1	15,15	17,54	2,50	0,43	5,89	2,70	1,05	131,49
1	3	1	2	22,72	21,69	3,34	0,53	5,29	4,20	0,98	202,72
2	4	1	2	24,94	23,80	3,61	0,57	6,14	3,88	0,95	195,24
3	1	1	2	20,28	19,36	2,99	0,47	4,29	3,10	0,66	156,89
1	4	2	2	20,70	19,59	3,12	0,50	5,03	4,20	1,02	197,79
2	1	2	2	15,42	14,57	2,42	0,40	2,94	2,98	0,57	142,11
3	2	2	2	17,26	16,34	2,61	0,41	3,87	3,13	0,70	151,65
1	1	3	2	21,23	20,42	2,93	0,45	5,16	3,45	0,84	171,93
2	2	3	2	18,60	17,90	2,55	0,39	4,60	3,14	0,78	154,77
3	3	3	2	18,15	17,46	2,50	0,40	4,40	3,02	0,76	149,60
1	2	4	2	20,26	18,02	2,41	0,28	5,76	3,59	1,02	174,79
2	3	4	2	18,98	18,01	2,20	0,29	5,42	3,15	0,90	156,15
3	4	4	2	22,29	17,95	3,09	0,26	7,03	3,17	1,00	163,38
1	1	1	3	20,98	19,95	3,06	0,42	5,78	3,67	1,01	179,52
2	3	1	3	16,67	15,85	2,42	0,28	4,55	2,91	0,79	142,28
3	2	1	3	19,38	18,45	2,80	0,38	5,41	3,55	0,99	171,66
1	3	2	3	20,57	19,37	3,12	0,46	5,48	3,75	1,00	181,59
2	2	2	3	19,40	18,50	2,73	0,35	5,50	3,29	0,97	162,11
3	4	2	3	17,28	16,27	2,63	0,38	4,40	2,61	0,66	132,41
1	2	3	3	21,05	20,00	2,90	0,38	6,05	3,75	1,11	182,49
2	4	3	3	15,63	14,86	2,19	0,28	3,87	2,50	0,60	125,18
3	1	3	3	19,33	18,34	2,70	0,36	5,41	2,93	0,84	148,65
1	4	4	3	18,03	17,93	2,43	0,25	5,82	3,69	1,19	173,43
2	1	4	3	20,27	17,93	2,39	0,25	6,71	3,91	1,29	186,58
3	3	4	3	17,39	18,05	2,42	0,29	5,16	2,87	0,85	142,40
1	2	1	4	21,28	20,25	3,14	0,48	7,31	3,88	1,33	187,66
2	1	1	4	23,42	22,27	3,46	0,50	8,42	4,61	1,66	218,81
3	4	1	4	22,12	21,06	3,24	0,49	7,64	3,38	1,17	171,01
1	1	2	4	20,93	19,88	3,16	0,52	7,31	3,56	1,24	175,19
2	4	2	4	23,78	22,58	3,60	0,57	8,46	3,71	1,32	186,57
3	3	2	4	18,20	17,28	2,76	0,45	6,21	3,15	1,07	154,28
1	4	3	4	18,21	17,34	2,56	0,38	6,14	3,73	1,25	175,29
2	3	3	4	18,06	17,19	2,55	0,39	6,41	3,05	1,10	150,60
3	2	3	4	17,74	16,92	2,48	0,37	7,29	3,13	1,32	152,72
1	3	4	4	22,13	18,00	2,43	0,30	7,96	3,89	1,40	189,94
2	2	4	4	17,13	18,00	2,46	0,28	6,13	2,85	1,02	141,09
3	1	4	4	20,48	17,96	2,49	0,29	7,82	3,05	1,16	155,15

Tabela A-2 – Valores das 48 observações de consumos diários de carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT), nutrientes digestíveis totais (NDTobs), energia líquida de produção (ELp), caféina (CAF) e polifenóis totais (PFT).

QL	Vaca	Peri	Trat	Kg/dia			Mcal/dia		gramas/dia	
				CNF	CT	NDTobs	ELp	CAF	PFT	
1	4	1	1	7,20	13,35	12,12	23,73	48,69	90,41	
2	2	1	1	7,54	13,93	12,99	24,75	50,53	94,63	
3	3	1	1	7,58	13,77	13,93	24,49	50,00	93,64	
1	2	2	1	7,41	14,28	10,01	24,74	50,96	95,90	
2	3	2	1	9,25	12,88	10,80	22,45	48,90	84,42	
3	1	2	1	7,40	13,98	8,91	24,24	49,99	92,56	
1	3	3	1	7,25	15,05	11,40	25,83	53,38	100,18	
2	1	3	1	7,50	15,81	11,00	27,09	55,89	106,76	
3	4	3	1	7,33	14,96	10,02	25,74	53,24	99,46	
1	1	4	1	7,23	14,56	14,11	25,31	52,47	97,18	
2	4	4	1	8,68	17,66	14,77	30,53	63,10	120,88	
3	2	4	1	6,04	11,81	12,70	20,60	42,78	77,96	
1	3	1	2	13,13	17,83	14,71	36,12	53,15	66,62	
2	4	1	2	14,09	19,62	16,59	39,65	57,98	76,11	
3	1	1	2	12,16	15,90	14,74	32,25	47,64	57,73	
1	4	2	2	11,48	15,98	14,65	32,91	48,28	61,49	
2	1	2	2	9,29	11,75	12,14	24,52	36,86	38,44	
3	2	2	2	9,91	13,32	14,09	27,44	40,43	49,72	
1	1	3	2	12,43	17,05	16,15	33,76	49,96	63,45	
2	2	3	2	10,85	14,97	14,00	29,57	43,82	54,87	
3	3	3	2	10,64	14,56	12,46	28,86	42,78	53,53	
1	2	4	2	11,69	16,67	14,41	32,21	50,08	73,50	
2	3	4	2	11,09	15,78	12,36	30,18	46,88	68,99	
3	4	4	2	11,58	17,53	15,15	35,44	54,45	84,94	
1	1	1	3	11,26	16,47	12,89	31,05	65,23	120,92	
2	3	1	3	9,08	13,15	9,42	24,67	51,97	97,61	
3	2	1	3	10,38	15,27	12,25	28,68	60,28	111,74	
1	3	2	3	10,86	15,80	14,23	30,44	64,05	118,71	
2	2	2	3	10,37	15,41	13,06	28,71	58,20	107,48	
3	4	2	3	9,34	13,26	12,08	25,57	53,87	100,54	
1	2	3	3	11,23	16,72	12,45	31,15	65,07	120,72	
2	4	3	3	8,98	12,39	10,54	23,13	48,50	92,10	
3	1	3	3	10,39	15,28	12,78	28,61	59,82	111,74	
1	4	4	3	9,66	14,77	10,86	26,68	52,29	97,59	
2	1	4	3	10,71	16,63	11,49	30,00	58,84	109,25	
3	3	4	3	9,84	14,32	12,89	25,74	41,18	64,17	
1	2	1	4	9,89	16,63	13,85	31,71	43,58	70,08	
2	1	1	4	10,50	18,32	15,68	34,90	49,00	76,96	
3	4	1	4	10,29	17,34	15,31	32,96	45,44	72,79	
1	1	2	4	9,43	16,19	16,03	31,19	43,15	68,60	
2	4	2	4	10,55	18,41	15,84	35,43	49,38	77,90	
3	3	2	4	8,33	14,06	14,27	27,12	37,52	59,65	
1	4	3	4	8,77	14,40	13,41	27,13	36,82	61,16	
2	3	3	4	8,34	14,25	13,45	26,91	36,90	60,54	
3	2	3	4	7,27	14,07	11,99	26,43	36,47	59,44	
1	3	4	4	11,09	18,16	9,57	32,97	50,29	87,38	
2	2	4	4	8,60	14,03	10,83	25,52	37,09	69,72	
3	1	4	4	9,73	16,76	12,77	30,52	46,85	80,37	

Tabela A-3 – Valores das 48 observações de consumos diários de matéria seca observados (CMS) e valores preditos pelo NRC 2001, NRC 1989, AFRC 1993, Lana (2004) e CNCPS 5.0 em função do no-de lactações, produção de leite (PL), PL c/ 4% de gordura (PL4), teor de gordura no leite (GOR), duração da lactação (DL), peso vivo (PV) e consumo de concentrado (CC, em kg de MS/dia)

Trat	NC	PL	PL4	GOR	DL	PV	CC	CMS	NRC01	NRC89	ARFR	LANA04	CNCPS
3	1	24,90	23,29	3,57	180	571,7	12,59	20,98	19,91	18,25	18,57	18,27	17,68
2	1	20,90	19,87	3,67	258	541,0	13,63	22,72	18,24	16,60	17,24	17,62	16,07
1	1	20,60	18,96	3,47	251	455,6	10,47	17,45	16,59	15,17	14,89	15,27	14,21
4	1	25,60	22,26	3,13	77	548,5	12,77	21,28	18,10	17,66	18,82	16,19	16,66
1	6	21,00	21,82	4,26	124	616,9	10,92	18,20	19,77	16,90	18,31	20,04	18,03
2	3	25,00	25,9	4,24	115	642,8	14,96	24,94	21,53	18,67	20,87	19,63	19,73
4	2	22,00	22,13	4,04	124	508,0	14,05	23,42	18,28	16,37	18,30	18,64	16,12
3	1	19,80	17,07	3,08	165	572,9	10,00	16,67	17,59	16,05	16,95	14,85	15,80
3	3	23,20	22,64	3,84	236	545,9	11,63	19,38	19,34	16,48	17,06	18,88	17,00
1	3	17,20	17,02	3,93	228	568,1	10,81	18,01	17,58	14,60	16,27	18,21	15,70
4	4	18,30	17,75	3,80	209	654,4	13,27	22,12	19,10	15,79	18,73	20,42	17,52
2	2	24,10	20,88	3,11	244	654,2	12,17	20,28	20,28	17,82	18,73	15,62	18,47
4	1	19,95	18,63	3,56	199	587,9	12,56	20,93	18,45	16,76	17,91	17,81	16,56
3	1	22,27	22,07	3,94	277	548,5	12,34	20,57	19,18	17,45	16,79	18,90	16,88
2	1	23,80	22,48	3,63	270	492,9	12,42	20,70	18,48	16,90	16,39	18,28	15,97
1	1	23,51	22,84	3,81	96	546,2	10,91	18,19	18,74	17,72	17,79	18,88	16,95
3	6	19,87	19,15	3,76	143	589,7	11,64	19,40	18,52	15,68	17,99	18,60	16,74
4	3	20,37	19,45	3,70	134	641,0	14,27	23,78	19,32	16,34	19,84	19,33	17,77
2	2	21,17	20,15	3,68	143	517,4	9,25	15,42	17,82	15,84	16,27	17,41	15,71
1	1	18,44	18,77	4,12	184	581,3	9,91	16,51	18,38	16,65	16,68	19,12	16,48
2	3	21,77	21,54	3,93	255	551,4	10,36	17,26	19,02	16,13	16,21	18,78	16,77
4	3	15,74	14,28	3,38	247	577,8	10,92	18,20	16,71	13,67	16,03	16,27	15,04
3	4	17,17	16,65	3,80	228	662,1	10,37	17,28	18,81	15,43	17,31	20,95	17,33
1	2	21,71	20,9	3,75	263	643,3	10,69	17,82	20,13	17,58	17,44	19,28	18,28
2	1	18,99	18,25	3,74	218	615,4	12,74	21,23	18,73	16,92	18,02	19,11	16,95
1	1	20,57	20,23	3,89	296	550,4	11,39	18,99	18,52	16,83	15,96	18,37	16,35
4	1	18,36	17,67	3,75	289	488,2	10,93	18,21	16,62	15,10	14,74	15,70	14,42
3	1	26,15	23,52	3,33	115	561,3	12,63	21,05	19,49	18,24	19,03	17,40	17,51
2	6	16,54	17,19	4,26	162	592,4	11,16	18,60	17,91	14,88	17,24	19,47	16,20
3	3	15,59	14,96	3,73	153	625,2	9,38	15,63	17,54	14,38	16,87	19,69	16,12
1	2	18,64	17,44	3,57	162	504,3	11,95	19,92	16,69	14,68	16,71	15,60	14,64
4	1	18,53	17,86	3,76	203	592,1	10,84	18,06	18,23	16,49	17,03	18,58	16,40
4	3	17,00	16,82	3,93	274	566,8	10,64	17,74	17,50	14,51	15,64	18,12	15,62
2	3	13,59	13,06	3,74	266	601,0	10,89	18,15	16,60	13,36	15,80	18,72	15,10
1	4	15,63	15,37	3,89	247	673,7	11,36	18,93	18,51	15,01	17,43	22,12	17,15
3	2	20,63	20,75	4,04	282	659,7	11,60	19,33	20,32	17,67	17,64	20,50	18,53
1	1	17,19	16,34	3,67	237	592,7	11,17	18,61	17,69	15,92	16,63	18,22	15,95
4	1	19,94	19,49	3,85	315	568,9	13,28	22,13	18,52	16,80	16,63	18,47	16,47
3	1	18,93	17,94	3,65	308	488,6	10,82	18,03	16,73	15,21	14,54	15,68	14,51
2	1	22,01	20,23	3,46	134	564,3	12,16	20,26	18,50	17,07	18,22	17,28	16,59
4	6	15,30	16,08	4,34	181	601,1	10,28	17,13	17,67	14,52	16,67	19,81	16,02
1	3	16,74	17,87	4,45	172	656,4	13,47	22,45	19,12	15,77	18,95	21,76	17,59
3	2	19,56	20,12	4,19	181	518,4	12,16	20,27	17,94	15,76	16,95	17,97	15,72
2	1	19,97	18,74	3,59	222	602,5	11,39	18,98	18,72	16,97	17,40	18,23	16,86
1	3	18,27	17,97	3,89	293	561,1	9,09	15,15	17,84	14,90	14,88	18,09	15,86
3	3	13,37	13,11	3,87	285	605,9	10,43	17,39	16,70	13,41	15,42	19,36	15,21
2	4	16,29	15,68	3,75	266	703,2	13,37	22,29	19,04	15,44	18,51	22,58	17,79
4	2	18,47	17,81	3,76	301	671,5	12,29	20,48	19,39	16,70	17,54	20,71	17,85

Tabela A- 4 – Valores das 48 observações de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não-fibrosos (CDCNF) e carboidratos totais (CDCT), e nutrientes digestíveis totais observado (NDTobs)

QL	VAC	PER	TRAT	CDMS	CDMO	CDPB	CDEE	CDFDN	CDCNF	CDCT	NDTobs
1	1	1	3	58,63	59,87	60,19	72,61	11,83	85,95	59,49	61,46
1	3	1	2	62,02	62,79	60,10	75,58	28,19	78,58	62,91	64,73
1	4	1	1	68,70	69,90	72,65	75,63	43,77	92,43	69,16	69,43
1	2	1	4	62,57	63,22	64,12	78,48	27,68	90,64	62,61	65,10
2	2	1	1	70,96	71,73	78,30	81,90	47,60	90,58	70,09	71,36
2	4	1	2	63,78	65,09	58,10	68,54	28,99	83,99	66,28	66,53
2	1	1	4	64,35	65,15	63,98	91,53	39,16	87,11	64,66	66,94
2	3	1	3	54,00	54,96	57,18	64,95	14,54	76,65	54,33	56,50
3	2	1	3	60,04	61,91	54,61	65,63	20,82	87,04	63,16	63,21
3	3	1	1	76,89	77,93	81,82	86,65	55,41	95,58	76,87	77,35
3	4	1	4	66,31	67,21	66,63	91,72	34,40	92,49	66,62	69,23
3	1	1	2	69,88	71,15	70,56	72,54	12,01	93,41	71,22	72,70
1	1	2	4	74,41	75,08	74,49	85,63	48,77	96,55	74,85	76,59
1	3	2	3	67,77	68,43	65,41	75,42	20,15	94,92	68,82	69,17
1	4	2	2	69,39	69,81	77,70	72,51	21,05	90,28	68,19	70,77
1	2	2	1	53,61	54,80	56,57	76,55	42,08	66,33	53,86	55,05
2	2	2	3	58,76	62,07	58,06	68,97	27,37	90,90	60,96	67,32
2	4	2	4	63,69	65,05	58,78	75,46	32,26	94,94	65,95	66,59
2	1	2	2	76,84	77,07	76,50	85,38	20,40	95,98	76,90	78,74
2	3	2	1	51,39	53,45	56,03	56,15	47,75	67,39	52,91	65,42
3	2	2	2	79,65	80,71	77,80	86,66	46,82	95,37	81,10	81,62
3	3	2	4	74,59	77,01	80,19	84,91	47,48	98,88	76,13	78,38
3	4	2	3	68,01	69,14	63,32	75,94	17,04	96,60	70,10	69,91
3	1	2	1	48,00	50,14	52,12	53,70	48,01	52,60	49,70	50,00
1	1	3	2	72,00	73,19	76,00	84,78	24,21	95,13	73,50	76,08
1	3	3	1	57,16	59,07	74,08	45,07	37,73	85,27	59,79	60,01
1	4	3	4	69,95	70,75	74,94	76,40	40,09	95,44	71,66	73,64
1	2	3	3	55,80	56,23	58,22	79,23	22,94	77,46	57,01	59,13
2	2	3	2	69,56	71,86	71,48	85,51	19,80	96,92	73,13	75,27
2	4	3	3	62,20	64,55	65,84	73,43	20,29	87,44	66,01	67,43
2	1	3	1	50,79	52,86	73,88	49,93	29,53	82,26	53,62	55,22
2	3	3	4	70,65	71,51	77,35	82,56	45,61	93,96	72,00	74,48
3	2	3	4	62,92	64,04	69,64	72,86	39,64	93,16	65,22	67,56
3	3	3	2	62,38	64,92	66,41	76,32	23,16	85,41	66,13	68,62
3	4	3	1	49,12	50,72	71,84	40,31	29,27	76,48	51,44	52,93
3	1	3	3	61,58	63,28	66,97	74,97	10,66	94,16	64,38	66,09
1	1	4	1	76,05	77,26	81,13	75,96	60,10	94,22	76,62	75,83
1	3	4	4	39,03	31,47	16,32	31,81	30,68	58,73	44,40	43,24
1	4	4	3	55,78	58,32	51,95	52,64	15,57	86,86	58,12	60,24
1	2	4	2	68,46	66,77	70,44	69,31	44,38	83,04	68,89	71,12
2	2	4	4	55,07	61,63	59,52	73,63	31,18	81,19	58,42	63,20
2	4	4	1	68,73	63,75	71,50	49,85	45,12	95,64	69,35	65,77
2	1	4	3	53,39	51,47	40,19	40,64	10,88	89,35	57,19	56,69
2	3	4	2	61,09	61,81	52,58	65,21	47,94	73,73	63,65	65,13
3	2	4	1	79,45	84,73	87,11	87,28	66,78	94,40	80,57	83,85
3	3	4	3	67,01	71,66	70,10	81,37	26,39	94,52	69,73	74,15
3	4	4	2	65,87	61,15	65,09	52,47	47,42	82,06	67,07	67,97
3	1	4	4	59,07	56,76	60,33	55,36	33,61	85,03	60,33	62,34

Tabela A-5 – Valores das 48 observações de coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais observados (obs) e preditos (est), segundo o NRC (2001)

CPBobs	CPBest	CEEobs	CEEest	CFDNobs	CFDNest	CCNFobs	CCNFest	NDTobs	NDTest
72,65	62,73	75,63	64,25	43,77	53,17	92,43	90,47	69,43	65,59
78,30	62,73	81,90	64,25	47,60	53,17	90,58	90,47	71,36	65,59
81,82	62,73	86,65	64,25	55,41	53,17	95,58	90,47	77,35	65,59
56,57	62,73	76,55	64,25	42,08	53,17	66,33	90,47	55,05	65,59
56,03	62,73	56,15	64,25	47,75	53,17	67,39	90,47	65,42	65,59
52,12	62,73	53,70	64,25	48,01	53,17	52,60	90,47	50,00	65,59
74,08	62,73	45,07	64,25	37,73	53,17	85,27	90,47	60,01	65,59
73,88	62,73	49,93	64,25	29,53	53,17	82,26	90,47	55,22	65,59
71,84	62,73	40,31	64,25	29,27	53,17	76,48	90,47	52,93	65,59
81,13	62,73	75,96	64,25	60,10	53,17	94,22	90,47	75,83	65,59
71,50	62,73	49,85	64,25	45,12	53,17	95,64	90,47	65,77	65,59
87,11	62,73	87,28	64,25	66,78	53,17	94,40	90,47	83,85	65,59
60,10	72,56	75,58	77,67	28,19	45,90	78,58	88,29	64,73	72,03
58,10	72,56	68,54	77,67	28,99	45,90	83,99	88,29	66,53	72,03
70,56	72,56	72,54	77,67	12,01	45,90	93,41	88,29	72,70	72,03
77,70	72,56	72,51	77,67	21,05	45,90	90,28	88,29	70,77	72,03
76,50	72,56	85,38	77,67	20,40	45,90	95,98	88,29	78,74	72,03
77,80	72,56	86,66	77,67	46,82	45,90	95,37	88,29	81,62	72,03
76,00	72,56	84,78	77,67	24,21	45,90	95,13	88,29	76,08	72,03
71,48	72,56	85,51	77,67	19,80	45,90	96,92	88,29	75,27	72,03
66,41	72,56	76,32	77,67	23,16	45,90	85,41	88,29	68,62	72,03
70,44	72,56	69,31	77,67	44,38	45,90	83,04	88,29	71,12	72,03
52,58	72,56	65,21	77,67	47,94	45,90	73,73	88,29	65,13	72,03
65,09	72,56	52,47	77,67	47,42	45,90	82,06	88,29	67,97	72,03
60,19	71,70	72,61	57,40	11,83	44,53	85,95	89,95	61,46	69,46
57,18	71,70	64,95	57,40	14,54	44,53	76,65	89,95	56,50	69,46
54,61	71,70	65,63	57,40	20,82	44,53	87,04	89,95	63,21	69,46
65,41	71,70	75,42	57,40	20,15	44,53	94,92	89,95	69,17	69,46
58,06	71,70	68,97	57,40	27,37	44,53	90,90	89,95	67,32	69,46
63,32	71,70	75,94	57,40	17,04	44,53	96,60	89,95	69,91	69,46
58,22	71,70	79,23	57,40	22,94	44,53	77,46	89,95	59,13	69,46
65,84	71,70	73,43	57,40	20,29	44,53	87,44	89,95	67,43	69,46
66,97	71,70	74,97	57,40	10,66	44,53	94,16	89,95	66,09	69,46
51,95	71,70	52,64	57,40	15,57	44,53	86,86	89,95	60,24	69,46
40,19	71,70	40,64	57,40	10,88	44,53	89,35	89,95	56,69	69,46
70,10	71,70	81,37	57,40	26,39	44,53	94,52	89,95	74,15	69,46
64,12	73,27	78,48	92,11	27,68	49,10	90,64	90,43	65,10	68,67
63,98	73,27	91,53	92,11	39,16	49,10	87,11	90,43	66,94	68,67
66,63	73,27	91,72	92,11	34,40	49,10	92,49	90,43	69,23	68,67
74,49	73,27	85,63	92,11	48,77	49,10	96,55	90,43	76,59	68,67
58,78	73,27	75,46	92,11	32,26	49,10	94,94	90,43	66,59	68,67
80,19	73,27	84,91	92,11	47,48	49,10	98,88	90,43	78,38	68,67
74,94	73,27	76,40	92,11	40,09	49,10	95,44	90,43	73,64	68,67
77,35	73,27	82,56	92,11	45,61	49,10	93,96	90,43	74,48	68,67
69,64	73,27	72,86	92,11	39,64	49,10	93,16	90,43	67,56	68,67
16,32	73,27	31,81	92,11	30,68	49,10	58,73	90,43	43,24	68,67
59,52	73,27	73,63	92,11	31,18	49,10	81,19	90,43	63,20	68,67
60,33	73,27	55,36	92,11	33,61	49,10	85,03	90,43	62,34	68,67

Tabela A- 6 – Valores das 48 observações de produção diária de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), eficiência da PLC (EFI), teores plasmáticos de ácidos graxos não-esterificados (AGNE), variação diária de peso corporal (VP), teores no leite e produção diária de gordura (GL)

QL	Vaca	Peri	Trat	PL (kg/dia)	PLC (kg/dia)	EFI	AGNE µeq/L	VP (kg/dia)	GL (%)	GL (kg/dia)
1	1	4	1	17,19	17,68	0,95	133,3	-1,850	3,67	0,63
1	2	2	1	23,51	24,71	1,36	333,3	1,227	3,81	0,90
1	3	3	1	20,57	21,89	1,15	233,3	0,364	3,89	0,80
1	4	1	1	20,60	20,52	1,18	320,0	2,045	3,47	0,71
2	1	3	1	18,64	18,87	0,95	200,0	0,818	3,57	0,67
2	2	1	1	21,00	23,61	1,30	195,0	0,318	4,26	0,89
2	3	2	1	18,44	20,31	1,23	308,3	-0,409	4,12	0,76
2	4	4	1	16,74	19,34	0,86	151,2	0,050	4,45	0,74
3	1	2	1	21,71	22,61	1,27	152,5	0,364	3,75	0,81
3	2	4	1	18,27	19,44	1,28	170,8	0,350	3,89	0,71
3	3	1	1	17,20	18,41	1,02	274,2	0,091	3,93	0,68
3	4	3	1	15,63	16,63	0,88	152,3	2,455	3,89	0,61
1	1	3	2	18,99	19,74	0,93	318,3	0,000	3,74	0,71
1	2	4	2	22,01	21,88	1,08	143,8	1,500	3,46	0,76
1	3	1	2	20,90	21,49	0,95	275,8	0,545	3,67	0,77
1	4	2	2	23,80	24,32	1,17	189,2	0,864	3,63	0,86
2	1	2	2	21,17	21,81	1,41	238,3	0,386	3,68	0,78
2	2	3	2	16,54	18,60	1,00	118,8	2,182	4,26	0,70
2	3	4	2	19,97	20,28	1,07	230,0	0,700	3,59	0,72
2	4	1	2	25,00	28,03	1,12	189,2	0,591	4,24	1,06
3	1	1	2	24,10	22,59	1,11	220,8	-1,136	3,11	0,75
3	2	2	2	21,77	23,31	1,35	166,3	-0,091	3,93	0,86
3	3	3	2	13,59	14,13	0,78	202,8	1,182	3,74	0,51
3	4	4	2	16,29	16,96	0,76	189,2	2,100	3,75	0,61
1	1	1	3	24,90	25,20	1,20	286,7	0,955	3,57	0,89
1	2	3	3	26,15	25,45	1,21	161,7	1,364	3,33	0,87
1	3	2	3	22,27	23,88	1,16	282,5	0,864	3,94	0,88
1	4	4	3	18,93	19,41	1,08	364,2	1,550	3,65	0,69
2	1	4	3	19,56	21,77	1,07	179,6	1,250	4,19	0,82
2	2	2	3	19,87	20,72	1,07	233,0	0,818	3,76	0,75
2	3	1	3	19,80	18,46	1,11	270,8	0,682	3,08	0,61
2	4	3	3	15,59	16,18	1,04	225,0	-0,820	3,73	0,58
3	1	3	3	20,63	22,46	1,16	159,2	0,318	4,04	0,83
3	2	1	3	23,20	24,50	1,26	273,3	0,409	3,84	0,89
3	3	4	3	13,37	14,18	0,82	215,0	0,700	3,87	0,52
3	4	2	3	17,17	18,02	1,04	199,2	1,727	3,80	0,65
1	1	2	4	19,95	20,16	0,96	236,9	0,636	3,56	0,71
1	2	1	4	25,60	24,08	1,13	372,5	2,455	3,13	0,80
1	3	4	4	19,94	21,09	0,95	183,8	1,700	3,85	0,77
1	4	3	4	18,36	19,12	1,05	150,8	-2,320	3,75	0,69
2	1	1	4	22,00	23,95	1,02	393,3	1,227	4,04	0,89
2	2	4	4	15,30	17,40	1,02	185,0	-0,100	4,34	0,66
2	3	3	4	18,53	19,33	1,07	198,6	0,500	3,76	0,70
2	4	2	4	20,37	21,05	0,89	305,8	-0,818	3,70	0,75
3	1	4	4	18,47	19,26	0,94	201,6	2,450	3,76	0,69
3	2	3	4	17,00	18,20	1,03	313,8	0,591	3,93	0,67
3	3	2	4	15,74	15,44	0,85	220,0	1,000	3,38	0,53
3	4	1	4	18,30	19,21	0,87	176,7	1,091	3,80	0,70

Tabela A-7 – Valores das 48 observações de teores no leite e produção diária de proteína bruta (PB), lactose (LA), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD)

QL	Vaca	Peri	Trat	PB (%)	PB (kg/dia)	LA (%)	LA (kg/dia)	EST (%)	EST (Kg/dia)	ESD (%)	ESD (kg/dia)
1	1	4	1	3,72	0,64	4,80	0,83	13,22	2,27	9,55	1,64
1	2	2	1	3,66	0,86	4,82	1,13	12,65	2,97	8,84	2,08
1	3	3	1	3,77	0,78	4,47	0,92	12,96	2,67	9,07	1,87
1	4	1	1	3,51	0,72	4,57	0,94	12,55	2,59	9,08	1,87
2	1	3	1	3,77	0,70	4,54	0,85	11,95	2,23	8,38	1,56
2	2	1	1	3,53	0,74	4,55	0,96	13,40	2,81	9,14	1,92
2	3	2	1	3,37	0,62	4,68	0,86	13,19	2,43	9,07	1,67
2	4	4	1	4,08	0,68	4,56	0,76	14,13	2,37	9,68	1,62
3	1	2	1	3,61	0,78	4,10	0,89	12,36	2,68	8,61	1,87
3	2	4	1	3,67	0,67	4,47	0,82	12,96	2,37	9,07	1,66
3	3	1	1	3,85	0,66	4,41	0,76	13,21	2,27	9,28	1,60
3	4	3	1	3,78	0,59	4,47	0,70	12,96	2,03	9,07	1,42
1	1	3	2	3,71	0,70	4,42	0,84	12,85	2,44	9,11	1,73
1	2	4	2	3,34	0,74	4,81	1,06	12,64	2,78	9,18	2,02
1	3	1	2	3,58	0,75	4,73	0,99	13,04	2,73	9,37	1,96
1	4	2	2	3,90	0,93	4,62	1,10	13,14	3,13	9,51	2,26
2	1	2	2	3,68	0,78	4,48	0,95	12,02	2,54	8,34	1,77
2	2	3	2	3,81	0,63	4,38	0,72	13,42	2,22	9,16	1,52
2	3	4	2	3,72	0,74	4,51	0,90	12,79	2,55	9,20	1,84
2	4	1	2	3,65	0,91	4,70	1,18	13,67	3,42	9,43	2,36
3	1	1	2	3,65	0,88	4,21	1,01	11,90	2,87	8,79	2,12
3	2	2	2	3,64	0,79	4,48	0,98	12,28	2,67	8,35	1,82
3	3	3	2	3,71	0,50	4,42	0,60	12,85	1,75	9,11	1,24
3	4	4	2	4,12	0,67	4,01	0,65	12,77	2,08	9,02	1,47
1	1	1	3	3,52	0,88	4,69	1,17	12,82	3,19	9,25	2,30
1	2	3	3	3,09	0,81	4,47	1,17	11,82	3,09	8,49	2,22
1	3	2	3	3,88	0,86	4,15	0,92	12,90	2,87	8,96	2,00
1	4	4	3	4,14	0,78	4,10	0,78	12,81	2,42	9,16	1,73
2	1	4	3	4,30	0,84	4,30	0,84	13,16	2,57	8,97	1,75
2	2	2	3	3,70	0,74	4,41	0,88	12,54	2,49	8,78	1,74
2	3	1	3	3,30	0,65	4,46	0,88	11,81	2,34	8,73	1,73
2	4	3	3	3,83	0,60	4,07	0,63	12,55	1,96	8,82	1,38
3	1	3	3	3,79	0,78	4,31	0,89	12,41	2,56	8,37	1,73
3	2	1	3	3,77	0,87	4,30	1,00	12,18	2,83	8,34	1,93
3	3	4	3	4,50	0,60	4,05	0,54	13,34	1,78	9,47	1,27
3	4	2	3	4,04	0,69	4,29	0,74	12,27	2,11	8,47	1,45
1	1	2	4	3,70	0,74	4,85	0,97	13,14	2,62	9,58	1,91
1	2	1	4	2,85	0,73	4,71	1,21	11,69	2,99	8,56	2,19
1	3	4	4	3,72	0,74	4,80	0,96	13,22	2,64	9,37	1,87
1	4	3	4	3,75	0,69	4,49	0,82	12,96	2,38	9,21	1,69
2	1	1	4	3,68	0,81	4,50	0,99	13,26	2,92	9,22	2,03
2	2	4	4	4,03	0,62	4,31	0,66	13,65	2,09	9,31	1,42
2	3	3	4	3,75	0,69	4,49	0,83	12,96	2,40	9,20	1,70
2	4	2	4	3,91	0,80	4,72	0,96	13,35	2,72	9,65	1,97
3	1	4	4	3,88	0,72	4,06	0,75	12,60	2,33	8,84	1,63
3	2	3	4	3,79	0,64	4,41	0,75	13,11	2,23	9,18	1,56
3	3	2	4	4,07	0,64	4,51	0,71	12,94	2,04	9,56	1,50
3	4	1	4	3,84	0,70	4,01	0,73	12,59	2,30	8,79	1,61

Tabela A-8 – Valores das 48 observações de consumos diários de matéria seca (CMS) e de FDN (CFDN), tempo (horas/dia) despendido com alimentação (TAL), ruminação (TRU) e ócio (TOC), eficiência da alimentação de MS (EAL) e de FDN (EAL_{FDN}), eficiência de ruminação da MS (ERU) e de FDN (ERU_{FDN}).

QL	VAC	PER	TRAT	CMS	CFDN	TAL	TRU	TOC	EAL	EALFDN	ERU	ERUFDN
1	4	1	1	17,45	6,36	6,00	10,50	7,50	2908,33	1060,00	1661,90	605,71
2	2	1	1	18,20	6,59	4,67	9,33	10,00	3897,22	1411,13	1950,70	706,32
3	3	1	1	18,01	6,39	4,67	9,50	9,83	3856,53	1368,31	1895,79	672,63
1	2	2	1	18,19	7,07	6,67	9,33	8,00	2727,14	1059,97	1949,62	757,77
2	3	2	1	16,51	5,83	5,00	9,50	9,50	3302,00	1166,00	1737,89	613,68
3	1	2	1	17,82	6,78	4,00	8,00	12,00	4455,00	1695,00	2227,50	847,50
1	3	3	1	18,99	8,00	4,33	10,00	9,67	4385,68	1847,58	1899,00	800,00
2	1	3	1	19,92	8,52	6,00	9,17	8,83	3320,00	1420,00	2172,30	929,12
3	4	3	1	18,93	7,83	4,00	8,67	11,33	4732,50	1957,50	2183,39	903,11
1	1	4	1	18,61	7,48	6,04	6,38	11,58	3081,13	1238,41	2916,93	1172,41
2	4	4	1	22,45	9,17	4,84	10,33	8,83	4638,43	1894,63	2173,28	887,71
3	2	4	1	15,15	5,89	4,50	7,83	11,67	3366,67	1308,89	1934,87	752,23
1	3	1	2	22,72	5,29	4,50	7,54	11,96	5048,89	1175,56	3013,26	701,59
2	4	1	2	24,94	6,14	5,17	7,89	10,94	4823,98	1187,62	3160,96	778,20
3	1	1	2	20,28	4,29	4,17	6,67	13,16	4863,31	1028,78	3040,48	643,18
1	4	2	2	20,70	5,03	4,50	8,17	11,33	4600,00	1117,78	2533,66	615,67
2	1	2	2	15,42	2,94	3,00	7,67	13,33	5140,00	980,00	2010,43	383,31
3	2	2	2	17,26	3,87	3,86	7,05	13,09	4471,50	1002,59	2448,23	548,94
1	1	3	2	21,23	5,16	3,67	8,50	11,83	5784,74	1405,99	2497,65	607,06
2	2	3	2	18,60	4,60	3,21	8,28	12,51	5794,39	1433,02	2246,38	555,56
3	3	3	2	18,15	4,40	4,17	8,83	11,00	4352,52	1055,16	2055,49	498,30
1	2	4	2	20,26	5,76	5,50	3,83	14,67	3683,64	1047,27	5289,82	1503,92
2	3	4	2	18,98	5,42	4,17	5,17	14,66	4551,56	1299,76	3671,18	1048,36
3	4	4	2	22,29	7,03	2,83	7,50	13,67	7876,33	2484,10	2972,00	937,33
1	1	1	3	20,98	5,78	4,33	8,50	11,17	4845,27	1334,87	2468,24	680,00
2	3	1	3	16,67	4,55	5,50	4,83	13,67	3030,91	827,27	3451,35	942,03
3	2	1	3	19,38	5,41	4,83	6,33	12,84	4012,42	1120,08	3061,61	854,66
1	3	2	3	20,57	5,48	4,50	7,33	12,17	4571,11	1217,78	2806,28	747,61
2	2	2	3	19,40	5,50	3,83	9,13	11,04	5065,27	1436,03	2124,86	602,41
3	4	2	3	17,28	4,40	4,50	6,17	13,33	3840,00	977,78	2800,65	713,13
1	2	3	3	21,05	6,05	4,17	9,11	10,72	5047,96	1450,84	2310,65	664,11
2	4	3	3	15,63	3,87	4,17	7,67	12,16	3748,20	928,06	2037,81	504,56
3	1	3	3	19,33	5,41	4,33	8,00	11,67	4464,20	1249,42	2416,25	676,25
1	4	4	3	18,03	5,82	5,00	6,00	13,00	3606,00	1164,00	3005,00	970,00
2	1	4	3	20,27	6,71	5,17	7,50	11,33	3920,70	1297,87	2702,67	894,67
3	3	4	3	17,39	5,16	5,00	8,00	11,00	3478,00	1032,00	2173,75	645,00
1	2	1	4	21,28	7,31	6,50	7,82	9,68	3273,85	1124,62	2721,23	934,78
2	1	1	4	23,42	8,42	5,17	7,35	11,48	4529,98	1628,63	3186,39	1145,58
3	4	1	4	22,12	7,64	4,00	7,00	13,00	5530,00	1910,00	3160,00	1091,43
1	1	2	4	20,93	7,31	4,50	8,67	10,83	4651,11	1624,44	2414,07	843,14
2	4	2	4	23,78	8,46	4,83	7,50	11,67	4923,40	1751,55	3170,67	1128,00
3	3	2	4	18,20	6,21	5,17	8,83	10,00	3520,31	1201,16	2061,16	703,28
1	4	3	4	18,21	6,14	2,67	6,17	15,16	6820,22	2299,63	2951,38	995,14
2	3	3	4	18,06	6,41	3,17	5,50	15,33	5697,16	2022,08	3283,64	1165,45
3	2	3	4	17,74	7,29	3,53	7,55	12,92	5025,50	2065,16	2349,67	965,56
1	3	4	4	22,13	7,96	4,17	7,38	12,45	5306,95	1908,87	2998,64	1078,59
2	2	4	4	17,13	6,13	3,17	6,50	14,33	5403,79	1933,75	2635,38	943,08
3	1	4	4	20,48	7,82	3,67	7,17	13,16	5580,38	2130,79	2856,35	1090,66

Tabela A-9 – Valores das 48 observações de tempo total de mastigação (TMT), número de bolos ruminais diários (NBR), número diário de mastigações meréricas (NMMnd), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMnb) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB)

QL	VAC	PER	TRAT	TMT	NBR	NMMND	MNMNB	TRB
1	4	1	1	16,50	694,21	43658,40	62,89	54,45
2	2	1	1	14,00	546,53	32670,43	59,78	61,46
3	3	1	1	14,17	652,95	35404,33	54,22	52,38
1	2	2	1	16,00	710,77	42330,51	59,56	47,26
2	3	2	1	14,50	536,50	37376,07	69,67	63,75
3	1	2	1	12,00	717,35	31882,21	44,44	40,15
1	3	3	1	14,33	644,75	42052,06	65,22	55,84
2	1	3	1	15,17	503,53	38715,88	76,89	65,56
3	4	3	1	12,67	744,88	33395,32	44,83	41,90
1	1	4	1	12,42	439,94	24832,38	56,44	52,21
2	4	4	1	15,17	664,56	35295,48	53,11	55,96
3	2	4	1	12,33	599,19	28162,04	47,00	47,04
1	3	1	2	12,04	579,13	27862,77	48,11	46,87
2	4	1	2	13,06	531,45	25509,39	48,00	53,45
3	1	1	2	10,84	498,68	27538,22	55,22	48,15
1	4	2	2	12,67	482,05	32832,95	68,11	61,01
2	1	2	2	10,67	415,23	26482,57	63,78	66,50
3	2	2	2	10,91	460,73	26312,72	57,11	55,09
1	1	3	2	12,17	647,25	30636,68	47,33	47,28
2	2	3	2	11,49	491,96	27385,91	55,67	60,59
3	3	3	2	13,00	519,28	30868,30	59,44	61,22
1	2	4	2	9,33	192,03	13890,10	72,33	71,80
2	3	4	2	9,34	253,67	18349,03	72,33	73,37
3	4	4	2	10,33	594,47	26156,52	44,00	45,42
1	1	1	3	12,83	619,17	33641,49	54,33	49,42
2	3	1	3	10,33	318,60	15257,29	47,89	54,58
3	2	1	3	11,16	456,39	22616,60	49,56	49,93
1	3	2	3	11,83	464,82	29800,32	64,11	56,77
2	2	2	3	12,96	610,67	33879,73	55,48	53,82
3	4	2	3	10,67	564,88	22595,18	40,00	39,32
1	2	3	3	13,28	729,56	40774,11	55,89	44,95
2	4	3	3	11,84	461,85	25453,34	55,11	59,79
3	1	3	3	12,33	548,19	32556,65	59,39	52,54
1	4	4	3	11,00	332,52	21392,17	64,33	64,96
2	1	4	3	12,67	435,69	26819,43	61,56	61,97
3	3	4	3	13,00	498,01	28940,00	58,11	57,83
1	2	1	4	14,32	426,24	33483,84	78,56	66,05
2	1	1	4	12,52	431,01	28925,36	67,11	61,39
3	4	1	4	11,00	607,44	24365,11	40,11	41,49
1	1	2	4	13,17	640,01	35342,93	55,22	48,77
2	4	2	4	12,33	425,46	23967,85	56,33	63,46
3	3	2	4	14,00	568,51	31583,90	55,56	55,91
1	4	3	4	8,84	366,18	22865,83	62,44	60,66
2	3	3	4	8,67	222,41	16458,20	74,00	89,03
3	2	3	4	11,08	481,94	27792,07	57,67	56,40
1	3	4	4	11,55	476,50	27954,61	58,67	55,76
2	2	4	4	9,67	369,35	20806,75	56,33	63,35
3	1	4	4	10,84	538,38	26559,86	49,33	47,94

Tabela A-10 – Valores das 243 combinações de resultados da diferença na taxa de retorno do capital investido em relação à dieta com silagem de milho, para as dietas cana-de-açúcar sem casca (DTRC1), com 10% de casca de café (DTRC2), com 20% de casca de soja (DTRC3) e para a dieta com base na cana-de-açúcar de maior taxa de retorno do capital (DTRC4), em função de diferentes preços dos alimentos.

Custos e Preços dos Alimentos (kg) ¹					Variáveis ²			
CANA ³	MILHO ⁴	FSOJA ⁴	CCAFE ⁵	CSOJA ⁵	DTRC1	DTRC2	DTRC3	DTRC
0,50	0,50	0,75	0,30	0,40	2,06	3,71	2,23	3,71
0,50	0,50	0,75	0,30	0,80	2,06	3,71	0,74	3,71
0,50	0,50	0,75	0,30	1,20	2,06	3,71	-0,76	3,71
0,50	0,50	0,75	0,60	0,40	2,06	3,21	2,23	3,21
0,50	0,50	0,75	0,60	0,80	2,06	3,21	0,74	3,21
0,50	0,50	0,75	0,60	1,20	2,06	3,21	-0,76	3,21
0,50	0,50	0,75	0,90	0,40	2,06	2,71	2,23	2,71
0,50	0,50	0,75	0,90	0,80	2,06	2,71	0,74	2,71
0,50	0,50	0,75	0,90	1,20	2,06	2,71	-0,76	2,71
0,50	0,50	1,50	0,30	0,40	2,14	4,02	3,12	4,02
0,50	0,50	1,50	0,30	0,80	2,14	4,02	1,62	4,02
0,50	0,50	1,50	0,30	1,20	2,14	4,02	0,13	4,02
0,50	0,50	1,50	0,60	0,40	2,14	3,48	3,12	3,48
0,50	0,50	1,50	0,60	0,80	2,14	3,48	1,62	3,48
0,50	0,50	1,50	0,60	1,20	2,14	3,48	0,13	3,48
0,50	0,50	1,50	0,90	0,40	2,14	2,98	3,12	3,12
0,50	0,50	1,50	0,90	0,80	2,14	2,98	1,62	2,98
0,50	0,50	1,50	0,90	1,20	2,14	2,98	0,13	2,98
0,50	0,50	2,25	0,30	0,40	2,25	4,27	3,98	4,27
0,50	0,50	2,25	0,30	0,80	2,25	4,27	2,49	4,27
0,50	0,50	2,25	0,30	1,20	2,25	4,27	1,03	4,27
0,50	0,50	2,25	0,60	0,40	2,25	3,77	3,98	3,98
0,50	0,50	2,25	0,60	0,80	2,25	3,77	2,49	3,77
0,50	0,50	2,25	0,60	1,20	2,25	3,77	1,03	3,77
0,50	0,50	2,25	0,90	0,40	2,25	3,27	3,98	3,98
0,50	0,50	2,25	0,90	0,80	2,25	3,27	2,49	3,27
0,50	0,50	2,25	0,90	1,20	2,25	3,27	1,03	3,27
0,50	1,00	0,75	0,30	0,40	-2,17	1,12	0,10	1,12
0,50	1,00	0,75	0,30	0,80	-2,17	1,12	-2,85	1,12
0,50	1,00	0,75	0,30	1,20	-2,17	1,12	-5,84	1,12
0,50	1,00	0,75	0,60	0,40	-2,17	0,12	0,10	0,12
0,50	1,00	0,75	0,60	0,80	-2,17	0,12	-2,85	0,12
0,50	1,00	0,75	0,60	1,20	-2,17	0,12	-5,84	0,12
0,50	1,00	0,75	0,90	0,40	-2,17	-0,89	0,10	0,10
0,50	1,00	0,75	0,90	0,80	-2,17	-0,89	-2,85	-0,89
0,50	1,00	0,75	0,90	1,20	-2,17	-0,89	-5,84	-0,89
0,50	1,00	1,50	0,30	0,40	-2,11	1,37	0,96	1,37
0,50	1,00	1,50	0,30	0,80	-2,11	1,37	-1,99	1,37
0,50	1,00	1,50	0,30	1,20	-2,11	1,37	-4,98	1,37
0,50	1,00	1,50	0,60	0,40	-2,11	0,37	0,96	0,96
0,50	1,00	1,50	0,60	0,80	-2,11	0,37	-1,99	0,37
0,50	1,00	1,50	0,60	1,20	-2,11	0,37	-4,98	0,37
0,50	1,00	1,50	0,90	0,40	-2,11	-0,64	0,96	0,96
0,50	1,00	1,50	0,90	0,80	-2,11	-0,64	-1,99	-0,64
0,50	1,00	1,50	0,90	1,20	-2,11	-0,64	-4,98	-0,64
0,50	1,00	2,25	0,30	0,40	-1,98	1,68	1,89	1,89
0,50	1,00	2,25	0,30	0,80	-1,98	1,68	-1,10	1,68
0,50	1,00	2,25	0,30	1,20	-1,98	1,68	-4,05	1,68
0,50	1,00	2,25	0,60	0,40	-1,98	0,68	1,89	1,89

....continuação

0,50	1,00	2,25	0,60	0,80	-1,98	0,68	-1,10	0,68
0,50	1,00	2,25	0,60	1,20	-1,98	0,68	-4,05	0,68
0,50	1,00	2,25	0,90	0,40	-1,98	-0,36	1,89	1,89
0,50	1,00	2,25	0,90	0,80	-1,98	-0,36	-1,10	-0,36
0,50	1,00	2,25	0,90	1,20	-1,98	-0,36	-4,05	-0,36
0,50	1,50	0,75	0,30	0,40	-6,41	-1,50	-2,02	-1,50
0,50	1,50	0,75	0,30	0,80	-6,41	-1,50	-6,46	-1,50
0,50	1,50	0,75	0,30	1,20	-6,41	-1,50	-10,95	-1,50
0,50	1,50	0,75	0,60	0,40	-6,41	-3,00	-2,02	-2,02
0,50	1,50	0,75	0,60	0,80	-6,41	-3,00	-6,46	-3,00
0,50	1,50	0,75	0,60	1,20	-6,41	-3,00	-10,95	-3,00
0,50	1,50	0,75	0,90	0,40	-6,41	-4,50	-2,02	-2,02
0,50	1,50	0,75	0,90	0,80	-6,41	-4,50	-6,46	-4,50
0,50	1,50	0,75	0,90	1,20	-6,41	-4,50	-10,95	-4,50
0,50	1,50	1,50	0,30	0,40	-6,33	-1,23	-1,14	-1,14
0,50	1,50	1,50	0,30	0,80	-6,33	-1,23	-5,58	-1,23
0,50	1,50	1,50	0,30	1,20	-6,33	-1,23	-10,02	-1,23
0,50	1,50	1,50	0,60	0,40	-6,33	-2,73	-1,14	-1,14
0,50	1,50	1,50	0,60	0,80	-6,33	-2,73	-5,58	-2,73
0,50	1,50	1,50	0,60	1,20	-6,33	-2,73	-10,02	-2,73
0,50	1,50	1,50	0,90	0,40	-6,33	-4,23	-1,14	-1,14
0,50	1,50	1,50	0,90	0,80	-6,33	-4,23	-5,58	-4,23
0,50	1,50	1,50	0,90	1,20	-6,33	-4,23	-10,02	-4,23
0,50	1,50	2,25	0,30	0,40	-6,23	-0,94	-0,27	-0,27
0,50	1,50	2,25	0,30	0,80	-6,23	-0,94	-4,71	-0,94
0,50	1,50	2,25	0,30	1,20	-6,23	-0,94	-9,16	-0,94
0,50	1,50	2,25	0,60	0,40	-6,23	-2,48	-0,27	-0,27
0,50	1,50	2,25	0,60	0,80	-6,23	-2,48	-4,71	-2,48
0,50	1,50	2,25	0,60	1,20	-6,23	-2,48	-9,16	-2,48
0,50	1,50	2,25	0,90	0,40	-6,23	-3,98	-0,27	-0,27
0,50	1,50	2,25	0,90	0,80	-6,23	-3,98	-4,71	-3,98
0,50	1,50	2,25	0,90	1,20	-6,23	-3,98	-9,16	-3,98
1,00	0,50	0,75	0,30	0,40	-2,00	-0,35	-1,82	-0,35
1,00	0,50	0,75	0,30	0,80	-2,00	-0,35	-3,32	-0,35
1,00	0,50	0,75	0,30	1,20	-2,00	-0,35	-4,81	-0,35
1,00	0,50	0,75	0,60	0,40	-2,00	-0,85	-1,82	-0,85
1,00	0,50	0,75	0,60	0,80	-2,00	-0,85	-3,32	-0,85
1,00	0,50	0,75	0,60	1,20	-2,00	-0,85	-4,81	-0,85
1,00	0,50	0,75	0,90	0,40	-2,00	-1,35	-1,82	-1,35
1,00	0,50	0,75	0,90	0,80	-2,00	-1,35	-3,32	-1,35
1,00	0,50	0,75	0,90	1,20	-2,00	-1,35	-4,81	-1,35
1,00	0,50	1,50	0,30	0,40	-1,91	-0,04	-0,93	-0,04
1,00	0,50	1,50	0,30	0,80	-1,91	-0,04	-2,43	-0,04
1,00	0,50	1,50	0,30	1,20	-1,91	-0,04	-3,92	-0,04
1,00	0,50	1,50	0,60	0,40	-1,91	-0,58	-0,93	-0,58
1,00	0,50	1,50	0,60	0,80	-1,91	-0,58	-2,43	-0,58
1,00	0,50	1,50	0,60	1,20	-1,91	-0,58	-3,92	-0,58
1,00	0,50	1,50	0,90	0,40	-1,91	-1,07	-0,93	-0,93
1,00	0,50	1,50	0,90	0,80	-1,91	-1,07	-2,43	-1,07
1,00	0,50	1,50	0,90	1,20	-1,91	-1,07	-3,92	-1,07
1,00	0,50	2,25	0,30	0,40	-1,81	0,22	-0,07	0,22
1,00	0,50	2,25	0,30	0,80	-1,81	0,22	-1,57	0,22
1,00	0,50	2,25	0,30	1,20	-1,81	0,22	-3,02	0,22
1,00	0,50	2,25	0,60	0,40	-1,81	-0,29	-0,07	-0,07
1,00	0,50	2,25	0,60	0,80	-1,81	-0,29	-1,57	-0,29
1,00	0,50	2,25	0,60	1,20	-1,81	-0,29	-3,02	-0,29

....continuação

1,00	0,50	2,25	0,90	0,40	-1,81	-0,79	-0,07	-0,07
1,00	0,50	2,25	0,90	0,80	-1,81	-0,79	-1,57	-0,79
1,00	0,50	2,25	0,90	1,20	-1,81	-0,79	-3,02	-0,79
1,00	1,00	0,75	0,30	0,40	-6,22	-2,94	-3,96	-2,94
1,00	1,00	0,75	0,30	0,80	-6,22	-2,94	-6,91	-2,94
1,00	1,00	0,75	0,30	1,20	-6,22	-2,94	-9,89	-2,94
1,00	1,00	0,75	0,60	0,40	-6,22	-3,94	-3,96	-3,94
1,00	1,00	0,75	0,60	0,80	-6,22	-3,94	-6,91	-3,94
1,00	1,00	0,75	0,60	1,20	-6,22	-3,94	-9,89	-3,94
1,00	1,00	0,75	0,90	0,40	-6,22	-4,94	-3,96	-3,96
1,00	1,00	0,75	0,90	0,80	-6,22	-4,94	-6,91	-4,94
1,00	1,00	0,75	0,90	1,20	-6,22	-4,94	-9,89	-4,94
1,00	1,00	1,50	0,30	0,40	-6,16	-2,69	-3,09	-2,69
1,00	1,00	1,50	0,30	0,80	-6,16	-2,69	-6,04	-2,69
1,00	1,00	1,50	0,30	1,20	-6,16	-2,69	-9,03	-2,69
1,00	1,00	1,50	0,60	0,40	-6,16	-3,69	-3,09	-3,09
1,00	1,00	1,50	0,60	0,80	-6,16	-3,69	-6,04	-3,69
1,00	1,00	1,50	0,60	1,20	-6,16	-3,69	-9,03	-3,69
1,00	1,00	1,50	0,90	0,40	-6,16	-4,69	-3,09	-3,09
1,00	1,00	1,50	0,90	0,80	-6,16	-4,69	-6,04	-4,69
1,00	1,00	1,50	0,90	1,20	-6,16	-4,69	-9,03	-4,69
1,00	1,00	2,25	0,30	0,40	-6,04	-2,38	-2,17	-2,17
1,00	1,00	2,25	0,30	0,80	-6,04	-2,38	-5,16	-2,38
1,00	1,00	2,25	0,30	1,20	-6,04	-2,38	-8,11	-2,38
1,00	1,00	2,25	0,60	0,40	-6,04	-3,38	-2,17	-2,17
1,00	1,00	2,25	0,60	0,80	-6,04	-3,38	-5,16	-3,38
1,00	1,00	2,25	0,60	1,20	-6,04	-3,38	-8,11	-3,38
1,00	1,00	2,25	0,90	0,40	-6,04	-4,42	-2,17	-2,17
1,00	1,00	2,25	0,90	0,80	-6,04	-4,42	-5,16	-4,42
1,00	1,00	2,25	0,90	1,20	-6,04	-4,42	-8,11	-4,42
1,00	1,50	0,75	0,30	0,40	-10,47	-5,55	-6,07	-5,55
1,00	1,50	0,75	0,30	0,80	-10,47	-5,55	-10,52	-5,55
1,00	1,50	0,75	0,30	1,20	-10,47	-5,55	-15,00	-5,55
1,00	1,50	0,75	0,60	0,40	-10,47	-7,05	-6,07	-6,07
1,00	1,50	0,75	0,60	0,80	-10,47	-7,05	-10,52	-7,05
1,00	1,50	0,75	0,60	1,20	-10,47	-7,05	-15,00	-7,05
1,00	1,50	0,75	0,90	0,40	-10,47	-8,56	-6,07	-6,07
1,00	1,50	0,75	0,90	0,80	-10,47	-8,56	-10,52	-8,56
1,00	1,50	0,75	0,90	1,20	-10,47	-8,56	-15,00	-8,56
1,00	1,50	1,50	0,30	0,40	-10,39	-5,28	-5,19	-5,19
1,00	1,50	1,50	0,30	0,80	-10,39	-5,28	-9,63	-5,28
1,00	1,50	1,50	0,30	1,20	-10,39	-5,28	-14,07	-5,28
1,00	1,50	1,50	0,60	0,40	-10,39	-6,78	-5,19	-5,19
1,00	1,50	1,50	0,60	0,80	-10,39	-6,78	-9,63	-6,78
1,00	1,50	1,50	0,60	1,20	-10,39	-6,78	-14,07	-6,78
1,00	1,50	1,50	0,90	0,40	-10,39	-8,29	-5,19	-5,19
1,00	1,50	1,50	0,90	0,80	-10,39	-8,29	-9,63	-8,29
1,00	1,50	1,50	0,90	1,20	-10,39	-8,29	-14,07	-8,29
1,00	1,50	2,25	0,30	0,40	-10,28	-4,99	-4,32	-4,32
1,00	1,50	2,25	0,30	0,80	-10,28	-4,99	-8,77	-4,99
1,00	1,50	2,25	0,30	1,20	-10,28	-4,99	-13,21	-4,99
1,00	1,50	2,25	0,60	0,40	-10,28	-6,53	-4,32	-4,32
1,00	1,50	2,25	0,60	0,80	-10,28	-6,53	-8,77	-6,53
1,00	1,50	2,25	0,60	1,20	-10,28	-6,53	-13,21	-6,53
1,00	1,50	2,25	0,90	0,40	-10,28	-8,04	-4,32	-4,32
1,00	1,50	2,25	0,90	0,80	-10,28	-8,04	-8,77	-8,04

....continuação

1,00	1,50	2,25	0,90	1,20	-10,28	-8,04	-13,21	-8,04
1,50	0,50	0,75	0,30	0,40	-6,05	-4,40	-5,88	-4,40
1,50	0,50	0,75	0,30	0,80	-6,05	-4,40	-7,37	-4,40
1,50	0,50	0,75	0,30	1,20	-6,05	-4,40	-8,87	-4,40
1,50	0,50	0,75	0,60	0,40	-6,05	-4,90	-5,88	-4,90
1,50	0,50	0,75	0,60	0,80	-6,05	-4,90	-7,37	-4,90
1,50	0,50	0,75	0,60	1,20	-6,05	-4,90	-8,87	-4,90
1,50	0,50	0,75	0,90	0,40	-6,05	-5,40	-5,88	-5,40
1,50	0,50	0,75	0,90	0,80	-6,05	-5,40	-7,37	-5,40
1,50	0,50	0,75	0,90	1,20	-6,05	-5,40	-8,87	-5,40
1,50	0,50	1,50	0,30	0,40	-5,96	-4,09	-4,99	-4,09
1,50	0,50	1,50	0,30	0,80	-5,96	-4,09	-6,48	-4,09
1,50	0,50	1,50	0,30	1,20	-5,96	-4,09	-7,98	-4,09
1,50	0,50	1,50	0,60	0,40	-5,96	-4,63	-4,99	-4,63
1,50	0,50	1,50	0,60	0,80	-5,96	-4,63	-6,48	-4,63
1,50	0,50	1,50	0,60	1,20	-5,96	-4,63	-7,98	-4,63
1,50	0,50	1,50	0,90	0,40	-5,96	-5,13	-4,99	-4,99
1,50	0,50	1,50	0,90	0,80	-5,96	-5,13	-6,48	-5,13
1,50	0,50	1,50	0,90	1,20	-5,96	-5,13	-7,98	-5,13
1,50	0,50	2,25	0,30	0,40	-5,86	-3,84	-4,13	-3,84
1,50	0,50	2,25	0,30	0,80	-5,86	-3,84	-5,62	-3,84
1,50	0,50	2,25	0,30	1,20	-5,86	-3,84	-7,07	-3,84
1,50	0,50	2,25	0,60	0,40	-5,86	-4,34	-4,13	-4,13
1,50	0,50	2,25	0,60	0,80	-5,86	-4,34	-5,62	-4,34
1,50	0,50	2,25	0,60	1,20	-5,86	-4,34	-7,07	-4,34
1,50	0,50	2,25	0,90	0,40	-5,86	-4,84	-4,13	-4,13
1,50	0,50	2,25	0,90	0,80	-5,86	-4,84	-5,62	-4,84
1,50	0,50	2,25	0,90	1,20	-5,86	-4,84	-7,07	-4,84
1,50	1,00	0,75	0,30	0,40	-10,28	-6,99	-8,01	-6,99
1,50	1,00	0,75	0,30	0,80	-10,28	-6,99	-10,96	-6,99
1,50	1,00	0,75	0,30	1,20	-10,28	-6,99	-13,95	-6,99
1,50	1,00	0,75	0,60	0,40	-10,28	-7,99	-8,01	-7,99
1,50	1,00	0,75	0,60	0,80	-10,28	-7,99	-10,96	-7,99
1,50	1,00	0,75	0,60	1,20	-10,28	-7,99	-13,95	-7,99
1,50	1,00	0,75	0,90	0,40	-10,28	-8,99	-8,01	-8,01
1,50	1,00	0,75	0,90	0,80	-10,28	-8,99	-10,96	-8,99
1,50	1,00	0,75	0,90	1,20	-10,28	-8,99	-13,95	-8,99
1,50	1,00	1,50	0,30	0,40	-10,21	-6,74	-7,15	-6,74
1,50	1,00	1,50	0,30	0,80	-10,21	-6,74	-10,10	-6,74
1,50	1,00	1,50	0,30	1,20	-10,21	-6,74	-13,09	-6,74
1,50	1,00	1,50	0,60	0,40	-10,21	-7,74	-7,15	-7,15
1,50	1,00	1,50	0,60	0,80	-10,21	-7,74	-10,10	-7,74
1,50	1,00	1,50	0,60	1,20	-10,21	-7,74	-13,09	-7,74
1,50	1,00	1,50	0,90	0,40	-10,21	-8,74	-7,15	-7,15
1,50	1,00	1,50	0,90	0,80	-10,21	-8,74	-10,10	-8,74
1,50	1,00	1,50	0,90	1,20	-10,21	-8,74	-13,09	-8,74
1,50	1,00	2,25	0,30	0,40	-10,09	-6,43	-6,22	-6,22
1,50	1,00	2,25	0,30	0,80	-10,09	-6,43	-9,21	-6,43
1,50	1,00	2,25	0,30	1,20	-10,09	-6,43	-12,16	-6,43
1,50	1,00	2,25	0,60	0,40	-10,09	-7,43	-6,22	-6,22
1,50	1,00	2,25	0,60	0,80	-10,09	-7,43	-9,21	-7,43
1,50	1,00	2,25	0,60	1,20	-10,09	-7,43	-12,16	-7,43
1,50	1,00	2,25	0,90	0,40	-10,09	-8,47	-6,22	-6,22
1,50	1,00	2,25	0,90	0,80	-10,09	-8,47	-9,21	-8,47
1,50	1,00	2,25	0,90	1,20	-10,09	-8,47	-12,16	-8,47
1,50	1,50	0,75	0,30	0,40	-14,52	-9,61	-10,13	-9,61

....continuação

1,50	1,50	0,75	0,30	0,80	-14,52	-9,61	-14,57	-9,61
1,50	1,50	0,75	0,30	1,20	-14,52	-9,61	-19,06	-9,61
1,50	1,50	0,75	0,60	0,40	-14,52	-11,11	-10,13	-10,13
1,50	1,50	0,75	0,60	0,80	-14,52	-11,11	-14,57	-11,11
1,50	1,50	0,75	0,60	1,20	-14,52	-11,11	-19,06	-11,11
1,50	1,50	0,75	0,90	0,40	-14,52	-12,61	-10,13	-10,13
1,50	1,50	0,75	0,90	0,80	-14,52	-12,61	-14,57	-12,61
1,50	1,50	0,75	0,90	1,20	-14,52	-12,61	-19,06	-12,61
1,50	1,50	1,50	0,30	0,40	-14,44	-9,33	-9,24	-9,24
1,50	1,50	1,50	0,30	0,80	-14,44	-9,33	-13,69	-9,33
1,50	1,50	1,50	0,30	1,20	-14,44	-9,33	-18,13	-9,33
1,50	1,50	1,50	0,60	0,40	-14,44	-10,84	-9,24	-9,24
1,50	1,50	1,50	0,60	0,80	-14,44	-10,84	-13,69	-10,84
1,50	1,50	1,50	0,60	1,20	-14,44	-10,84	-18,13	-10,84
1,50	1,50	1,50	0,90	0,40	-14,44	-12,34	-9,24	-9,24
1,50	1,50	1,50	0,90	0,80	-14,44	-12,34	-13,69	-12,34
1,50	1,50	1,50	0,90	1,20	-14,44	-12,34	-18,13	-12,34
1,50	1,50	2,25	0,30	0,40	-14,34	-9,05	-8,38	-8,38
1,50	1,50	2,25	0,30	0,80	-14,34	-9,05	-12,82	-9,05
1,50	1,50	2,25	0,30	1,20	-14,34	-9,05	-17,27	-9,05
1,50	1,50	2,25	0,60	0,40	-14,34	-10,59	-8,38	-8,38
1,50	1,50	2,25	0,60	0,80	-14,34	-10,59	-12,82	-10,59
1,50	1,50	2,25	0,60	1,20	-14,34	-10,59	-17,27	-10,59
1,50	1,50	2,25	0,90	0,40	-14,34	-12,09	-8,38	-8,38
1,50	1,50	2,25	0,90	0,80	-14,34	-12,09	-12,82	-12,09
1,50	1,50	2,25	0,90	1,20	-14,34	-12,09	-17,27	-12,09

¹ expressos na base da matéria natural

² expressos em pontos percentuais

³ com 1% de uréia e sulf. de amônio 9:1, sendo = custo do kg da cana / custo do kg da silagem de milho.

⁴ preços = preço do kg do alimento / preço do litro de leite recebido pelo produtor.

⁵ preços = preço do kg do alimento / preço do kg do milho grão.

Tabela A-11 – Valores das 48 observações de pH e concentração de N-NH₃ do líquido ruminal nos tempos zero e três horas após a alimentação.

QL	Vaca	Peri	Trat	Hora 0		Hora 3	
				N-NH ₃	pH	N-NH ₃	pH
1	1	1	3	5,49	7,17	6,38	7,05
1	1	2	4	3,01	6,68	10,63	6,48
1	1	3	2	2,13	7,58	10,56	7,80
1	1	4	1	3,19	7,25	9,92	6,96
1	2	1	4	2,66	6,78	17,00	6,09
1	2	2	1	2,66	6,81	13,28	6,19
1	2	3	3	2,66	7,66	10,45	7,15
1	2	4	2	3,72	7,36	7,97	7,00
1	3	1	2	4,78	7,21	10,63	7,07
1	3	2	3	2,13	6,88	7,26	6,71
1	3	3	1	3,37	7,81	11,51	7,65
1	3	4	4	2,13	7,30	12,52	7,32
1	4	1	1	5,49	7,49	13,64	6,86
1	4	2	2	2,66	6,88	16,30	6,13
1	4	3	4	3,72	7,75	11,51	7,51
1	4	4	3	3,72	7,80	8,68	7,25
2	1	1	4	4,25	6,78	11,34	6,22
2	1	2	2	1,95	6,75	10,80	6,50
2	1	3	1	5,14	7,65	10,80	7,70
2	1	4	3	2,83	7,69	10,39	7,51
2	2	1	1	7,26	7,21	9,56	6,90
2	2	2	3	3,59	7,32	8,66	7,00
2	2	3	2	3,90	7,47	7,70	7,40
2	2	4	4	8,15	7,40	9,39	7,43
2	3	1	3	3,37	7,19	4,25	6,68
2	3	2	1	2,13	6,84	13,82	6,50
2	3	3	4	3,90	7,58	4,96	7,39
2	3	4	2	3,78	7,37	8,27	7,12
2	4	1	2	5,31	7,12	11,51	6,61
2	4	2	4	4,61	7,32	12,93	6,64
2	4	3	3	5,14	7,80	15,59	7,48
2	4	4	1	3,54	7,73	10,10	7,33
3	1	1	2	4,95	6,89	6,91	6,52
3	1	2	1	3,54	6,50	10,63	6,16
3	1	3	3	3,72	7,65	7,26	7,25
3	1	4	4	3,07	7,13	15,11	6,66
3	2	1	3	4,61	6,55	6,55	6,45
3	2	2	2	4,43	6,69	10,98	6,45
3	2	3	4	3,01	7,36	15,41	7,50
3	2	4	1	4,25	7,34	14,64	6,92
3	3	1	1	5,14	6,92	11,51	6,68
3	3	2	4	3,37	6,93	10,98	6,47
3	3	3	2	3,01	7,53	15,41	7,30
3	3	4	3	2,60	7,39	12,75	6,92
3	4	1	4	2,83	7,16	13,28	6,61
3	4	2	3	3,19	6,68	5,67	6,54
3	4	3	1	5,14	7,96	12,40	7,15
3	4	4	2	2,83	7,37	9,68	7,20

Tabela A-12 – Valores das 48 observações de concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), excreção urinária de uréia (EU) e relação NUL/NUP

QL	Vaca	Peri	Trat	NUL (mg/dL)	NUP (mg/dL)	EU (mg/kg de PV)	NUL/NUP
1	1	1	3	15,20	13,79	157,86	1,10
1	3	1	2	12,42	13,14	156,06	0,95
1	4	1	1	7,73	9,94	172,82	0,78
1	2	1	4	12,29	9,72	55,23	1,26
2	2	1	1	18,61	14,62	139,27	1,27
2	4	1	2	14,09	16,56	146,89	0,85
2	1	1	4	15,54	12,62	162,01	1,23
2	3	1	3	13,57	9,33	119,77	1,45
3	2	1	3	9,21	11,37	158,92	0,81
3	3	1	1	11,27	11,86	226,70	0,95
3	4	1	4	14,62	15,50	226,87	0,94
3	1	1	2	19,17	16,54	244,80	1,16
1	1	2	4	10,74	12,74	6,85	0,84
1	3	2	3	11,11	13,04	127,08	0,85
1	4	2	2	11,37	14,15	124,69	0,80
1	2	2	1	8,95	7,80	67,37	1,15
2	2	2	3	11,50	11,46	178,93	1,00
2	4	2	4	15,66	12,88	131,53	1,22
2	1	2	2	13,17	10,41	91,12	1,27
2	3	2	1	12,20	7,31	117,77	1,67
3	2	2	2	9,74	12,24	178,34	0,80
3	3	2	4	8,77	15,03	180,04	0,58
3	4	2	3	8,05	11,95	89,20	0,67
3	1	2	1	5,02	9,09	127,29	0,55
1	1	3	2	11,84	13,09	126,53	0,90
1	3	3	1	13,39	11,12	78,41	1,20
1	4	3	4	11,29	12,85	151,89	0,88
1	2	3	3	12,05	8,68	408,67	1,39
2	2	3	2	14,22	18,02	111,25	0,79
2	4	3	3	14,43	10,53	134,85	1,37
2	1	3	1	13,93	13,07	95,92	1,07
2	3	3	4	12,88	10,04	112,15	1,28
3	2	3	4	13,39	11,84	139,44	1,13
3	3	3	2	14,98	17,51	132,51	0,86
3	4	3	1	15,59	14,45	168,20	1,08
3	1	3	3	10,07	10,27	94,76	0,98
1	1	4	1	10,07	14,13	273,59	0,71
1	3	4	4	10,14	14,24	289,86	0,71
1	4	4	3	12,05	13,04	176,20	0,92
1	2	4	2	13,78	13,23	252,43	1,04
2	2	4	4	16,42	19,20	243,40	0,86
2	4	4	1	9,49	11,01	326,52	0,86
2	1	4	3	11,19	13,85	237,61	0,81
2	3	4	2	12,09	8,60	469,22	1,41
3	2	4	1	8,59	10,94	278,01	0,79
3	3	4	3	9,56	10,24	303,72	0,93
3	4	4	2	13,96	13,79	144,49	1,01
3	1	4	4	16,89	17,20	469,51	0,98

Tabela A-13 – Valores das 48 observações as excreções de alantoína no leite (ALL) e na urina (ALU), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic)

QL	Vaca	Peri	Trat	ALL	ALU	AUU	PT	PA	Nmic	Emic
				mmol/dia					(g/dia)	(g PB/kgNDT)
1	1	1	3	31,37	279,10	22,91	333,38	339,28	246,67	119,58
1	3	1	2	48,66	399,42	64,60	512,68	552,38	401,60	170,65
1	4	1	1	32,84	305,26	30,96	369,05	389,50	283,19	146,09
1	2	1	4	21,45	430,20	33,41	485,05	519,27	377,54	170,29
2	2	1	1	39,64	331,05	49,38	420,07	438,15	318,55	153,26
2	4	1	2	43,34	418,66	61,18	523,18	557,65	405,44	152,74
2	1	1	4	46,37	339,00	34,29	419,66	445,23	323,71	129,04
2	3	1	3	26,91	283,59	33,97	344,46	352,19	256,06	169,93
3	2	1	3	41,49	312,93	53,53	407,95	428,80	311,76	159,03
3	3	1	1	34,87	275,48	36,47	346,82	355,29	258,31	115,88
3	4	1	4	24,33	395,08	56,23	475,65	501,01	364,26	148,69
3	1	1	2	29,48	345,71	51,26	426,44	443,14	322,18	136,55
1	1	2	4	29,12	310,90	31,57	371,63	383,09	278,52	108,58
1	3	2	3	32,84	314,61	23,51	370,95	385,10	279,98	122,97
1	4	2	2	30,76	316,13	9,66	356,55	372,06	270,51	115,41
1	2	2	1	36,73	206,77	36,00	279,51	277,62	201,85	125,99
2	2	2	3	29,30	306,35	33,09	368,74	379,61	275,99	130,60
2	4	2	4	29,73	229,25	42,34	301,32	296,76	215,76	85,15
2	1	2	2	27,36	146,11	11,30	184,77	168,22	122,30	62,94
2	3	2	1	28,81	272,71	25,58	327,09	331,23	240,85	139,37
3	2	2	2	28,14	279,08	30,52	337,73	345,78	241,40	111,55
3	3	2	4	25,72	302,70	25,79	354,22	363,30	264,14	115,73
3	4	2	3	25,32	301,89	40,08	367,29	373,00	271,18	140,28
3	1	2	1	35,56	275,05	28,69	339,30	341,34	248,17	174,10
1	1	3	2	24,54	205,39	18,09	248,02	235,86	171,48	66,34
1	3	3	1	32,14	292,79	14,10	339,04	347,35	252,54	138,49
1	4	3	4	27,08	200,09	5,63	232,80	226,82	164,91	76,85
1	2	3	3	38,17	376,55	30,75	445,47	471,84	343,05	172,26
2	2	3	2	21,38	179,00	39,85	240,23	228,19	165,90	74,08
2	4	3	3	22,99	244,87	25,62	293,48	288,72	209,91	124,49
2	1	3	1	29,13	188,41	25,83	243,36	238,09	173,11	98,39
2	3	3	4	27,05	314,61	62,74	404,39	421,45	306,41	142,39
3	2	3	4	24,81	243,53	32,10	300,44	300,85	218,73	114,06
3	3	3	2	17,56	286,29	27,59	331,44	334,99	243,55	122,23
3	4	3	1	24,42	303,84	23,44	351,69	353,81	257,24	160,42
3	1	3	3	30,42	286,47	41,97	358,87	363,30	264,14	129,22
1	1	4	1	22,67	226,49	43,75	292,90	290,14	210,95	93,41
1	3	4	4	18,97	362,53	50,28	431,78	455,21	330,96	216,16
1	4	4	3	17,87	176,62	17,78	212,28	202,66	147,34	84,79
1	2	4	2	14,32	356,58	48,39	419,29	440,79	320,47	139,03
2	2	4	4	27,53	206,77	29,30	263,60	255,14	185,50	107,12
2	4	4	1	26,19	283,96	25,95	336,10	336,65	244,76	103,60
2	1	4	3	38,43	484,66	29,26	552,35	600,63	436,69	237,56
2	3	4	2	20,69	446,73	79,67	547,10	588,59	427,94	216,39
3	2	4	1	16,58	234,89	51,43	302,90	304,16	221,14	108,78
3	3	4	3	20,48	236,87	44,24	301,59	299,49	217,74	105,53
3	4	4	2	12,75	216,12	44,99	273,87	260,39	189,32	78,08
3	1	4	4	28,76	273,01	58,24	360,02	363,75	264,46	129,45

ANEXO B

MEMORIAL DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DO REBANHO

B.1) Área disponível para produção de volumoso = 50 ha

B.2) Estrutura do rebanho em função de n (nº total de vacas).

Categorias	n vacas (A)
Vacas em lactação	0,74 n vacas
Vacas secas	0,26 n vacas
Fêmeas de 0-1 ano	0,35 n vacas
Fêmeas de 1-2 anos	0,34 n vacas
TOTAL	1,69 n vacas

B.3) Plano de Alimentação Volumosa

Categoria Animal	Dieta com silagem de milho (controle) ³		
	Consumo de silagem de milho na matéria natural (MN)		
	Kg/cab/dia	Ton/cab/ano (B)	n. ton. (A x B)
Vacas em lactação	34,28 ¹	12,51	9,26
Vacas Secas	35,00 ²	12,78	3,32
Fêmeas 0 – 1 ano	9,00 ²	3,29	1,15
Fêmeas 1 – 2 anos	25,00 ²	9,13	3,10
TOTAL			16,83 n. ton.

^{1/} observado no experimento; ^{2/} estimado; ^{3/} 365 dias com silagem de milho

Categoria Animal	Dieta com Cana-de-açúcar ³					
	Consumo de silagem de milho (MN)			Consumo de cana-de-açúcar (MN)		
	Kg/cab/dia	Ton/cab/ano (B)	n. ton. (A x B)	Kg/cab/dia	Ton/cab/ano (B)	n. ton. (A x B)
Vacas em lactação	34,28 ¹	6,26	4,63	29,69 ¹	5,42	4,02
Vacas Secas	35,00 ²	6,39	1,60	30,0 ²	5,48	1,42
Fêmeas 0 – 1 ano	9,00 ²	1,64	0,57	9,00 ²	1,64	0,57
Fêmeas 1 – 2 anos	25,50 ²	4,56	1,55	22,00 ²	4,02	1,37
TOTAL			8,41 n. ton.			7,38 n. ton.

^{1/} observado no experimento; ^{2/} estimado; ^{3/} 182,5 dias com silagem de milho e 182,5 dias com cana-de-açúcar.

B.4) Cálculo da área de forrageiras

→ Rendimento previsto das forragens:

- Milho p/ ensilagem: 40 ton/ha (MN)
- Cana-de-açúcar: 80 ton/ha (MN)

→ Cálculo da área p/ dieta controle:

- total de n. ton. de silagem de milho = 16,83 n.ton.
- área de silagem de milho = n.ton. de silagem de milho / rendimento da lavoura (ton/ha)

área de silagem de milho = 16,83 n.ton. / 40 ton/ha = **0,42075 n.ha**

→ Cálculo da área p/ dieta c/ cana-de-açúcar (igual para as três dietas)

- total de n. ton. de silagem de milho = 8,41 n.ton.
- área de silagem de milho = n.ton. de silagem de milho / rendimento da lavoura (ton/ha)
área de silagem de milho = 8,41 n.ton. / 40 ton/ha = 0,21025 n.ha
- total de n. ton. de cana-de-açúcar = 7,38 n.ton.
- área de cana-de-açúcar = n.ton. de cana-de-açúcar / rendimento da lavoura (ton/ha)
área de cana-de-açúcar = 7,38 n.ton. / 80 ton/ha = 0,0922 n.ha.
- área total de forrageiras = 0,21025 + 0,0922 = **0,302455 n.ha**

B.5) Cálculo do número de n (vacas):

$$\text{No- de n (vacas)} = \frac{\text{área total disponível (ha)}}{\text{area de forrageiras (n.ha)}}$$

→ Dieta Controle:

$$\text{No- de n (vacas)} = \frac{50 \text{ ha}}{0,42075 \text{ n.ha}} = \mathbf{120 \text{ n (vacas)}}$$

→ Dieta Cana-de-açúcar:

$$\text{No- de n (vacas)} = \frac{50 \text{ ha}}{0,302455 \text{ n.ha}} = \mathbf{165 \text{ n (vacas)}}$$

B.6) Composição do rebanho.

Categorias	Dietas	
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar
Vacas em lactação	89	122
Vacas secas	31	43
Fêmeas de 0-1 ano	42	58
Fêmeas de 1-2 anos	41	56
TOTAL	203	279