



Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana¹

André Soares de Oliveira², José Maurício de Souza Campos³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Anderson Jorge de Assis⁴, Rafael Monteiro Araújo Teixeira⁵, Luciana Navajas Rennó⁶, Douglas dos Santos Pina⁵, Gustavo Soares de Oliveira⁷

¹ Projeto financiado parcialmente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

² Doutorando do DZO/UFV. Bolsista do CNPq.

³ Departamento de Zootecnia/UFV.

⁴ Doutor em Zootecnia (Nutrição e Produção de Ruminantes) pela UFV.

⁵ Doutorando do DZO/UFV.

⁶ UNIPAC, Juiz de Fora – MG.

⁷ Graduando em Zootecnia/UFV.

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de café ou pela casca de soja em dietas à base de cana-de-açúcar, com 60% de concentrado, sobre o comportamento ingestivo, o pH e a concentração de amônia no líquido ruminal, a excreção de uréia na urina (EU), a concentração de N-uréia no plasma (NUP) e no leite (NUL), o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras, em comparação a uma dieta com silagem de milho. Foram utilizadas 12 vacas holandesas, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 x 4. A dieta controle foi composta de silagem de milho e 40% de concentrado (SiMi), com base na MS. Foram utilizadas três dietas contendo cana-de-açúcar e 60% de concentrado, de modo que os percentuais de substituição do milho foram 0% (CMi), 25% com casca de café (CCC) ou 50% com casca de soja (CCS), com base na MS total da dieta. O tempo total de mastigação foi menor para a dieta SiMi e não foi afetado pela inclusão de casca de café ou casca de soja. O pH ruminal não diferiu nos tempos 0 e 3 horas após a alimentação matinal. A dieta CCC resultou, três horas após alimentação, em menor concentração de amônia ruminal em relação às demais, com exceção da dieta CMi. Não foram observadas diferenças na EU e NUL, sendo registrados valores médios de 179,31 mg/kg de PV e 12,59 mg/dL, respectivamente. A substituição do milho pela casca de café ou de soja não promove melhora no ambiente ruminal. A síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência microbiana ruminal não são influenciadas pelas dietas e apresentam valores médios de 273 g/dia e 130,08 gPBmic/kg de NDT, respectivamente.

Palavras-chave: eficiência do nitrogênio, funcionamento ruminal, subprodutos

Replacing corn with coffee hulls or soyhulls in diets of dairy cows: chewing activity, ruminal metabolism, nitrogen utilization and microbial protein synthesis

ABSTRACT - Twelve purebred and crossbred Holstein cows were assigned to three replicated 4 x 4 Latin squares to evaluate the effects of replacing corn grain with coffee hulls or soyhulls on chewing activity, ruminal metabolism, nitrogen utilization, and microbial protein synthesis. Animals were fed a control diet containing 60% corn silage and 40% concentrate (CS diet) or three sugarcane based diets with forage to concentrate ratio of 40:60. The sugarcane diets contained 100% of corn in the concentrate (SC diet) or partial replacement of corn with 25% of coffee hulls (SCH diet) or 50% of soyhulls (SSH diet). Total chewing time was lowest on CS and did not change by the inclusion of coffee hulls or soyhulls in the diet. Ruminal pH did not differ significantly at zero (pre-feeding) and at three hours after the morning feeding across diets. The same was observed for the ruminal concentration of ammonia N immediately before feeding. However, the concentration of ruminal ammonia N at three hours after feeding was lower on SCH than on CS and SSH diets but was similar to that of SC diet. No significant differences were observed for the urinary excretion of urea N and milk urea N, which averaged 179.31 mg/kg BW and 12.59 mg/dL, respectively, among diets. Replacing corn grain with coffee hulls or soyhulls did not improve the ruminal environment. Microbial protein synthesis and microbial efficiency were both not affected by diets averaging 273 g/day and 130.08 g microbial CP/kg TDN, respectively.

Key Words: nitrogen utilization, ruminal metabolism, feed by-products

Introdução

A utilização de cana-de-açúcar para vacas de maior potencial de produção tem como consequência a necessidade de inclusão de quantidades mais elevadas de concentrado na dieta (Costa et al., 2005), o que pode reduzir o pH ruminal e comprometer o funcionamento normal do rúmen. 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).

Além disso, o fornecimento de altos níveis de concentrado pode prejudicar a sustentabilidade econômica do sistema de produção, gerando a necessidade de utilização de subprodutos da agroindústria, como casca de café ou de soja. A elevada disponibilidade e os preços competitivos da casca de café estimularam o desenvolvimento de pesquisas com 10 a 15% de sua inclusão, com base na MS, em substituição parcial ao milho em dietas para vacas em lactação (Barcelos et al., 1995; Souza et al., 2005; Rocha et al., 2004).

No entanto, o valor energético desse subproduto está aquém ao do milho. Além disso, esse alimento contém alta proporção de compostos nitrogenados ligados à FDA e alto conteúdo de polifenóis totais (Barcelos et al., 2001; Valadares Filho et al., 2002) e, portanto, sua utilização pode afetar o crescimento dos microrganismos ruminais.

Os ruminantes dependem dos microrganismos ruminais para atender suas exigências de proteína e energia (Coelho da Silva & Leão, 1979; Valadares Filho & Valadares, 2001). Assim, 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 específicas que permitam a normalidade do metabolismo e do crescimento. O pH ruminal afeta o crescimento microbiano e deve se manter na faixa de $6,7 \pm 0,5$ para a adequada atividade microbiana (Van Soest, 1994). O tamponamento ruminal é mantido em condições normais principalmente por meio da saliva e remoção dos ácidos graxos voláteis por absorção.

A salivação é altamente relacionada à atividade mastigatória (mastigação e ruminação). Desse modo, a avaliação do comportamento alimentar, constituído pelos tempos de alimentação, ruminação e ócio e pelas eficiências de alimentação e ruminação, pode auxiliar nas avaliações de dietas e possibilitar o ajuste do manejo alimentar para melhora do desempenho produtivo (Dado & Allen, 1995).

O crescimento microbiano é afetado pela disponibilidade de nutrientes exigidos pelos microrganismos ruminais,

como carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre e ácidos graxos de cadeia ramificada (Van Soest, 1994).

A concentração de amônia ruminal tem sido utilizada como indicador da degradação protéica e da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e de crescimento microbiano. Alguns pesquisadores sugeriram limites inferiores de concentração de amônia ruminal para maximizar o crescimento microbiano (Satter & Slyter, 1974; Leng & 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). Desse modo, torna-se necessário determinar ou estimar a produção de proteína microbiana, pois a concentração de amônia ruminal representa uma medida de excesso e não necessariamente reflete a eficiência de crescimento de todos os microrganismos ruminais (Morrison & Mackie, 1996).

Entre 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 utilizar animais fistulados (Valadares Filho & Valadares, 2001; Rennó et al., 2000).

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 é absorvida pela corrente sanguínea através da parede ruminal, sendo transportada até o fígado para ser detoxificada pela conversão a uréia (Frosi & Mullbach, 1999). Como a uréia é uma pequena molécula solúvel em água e altamente permeável, está presente em todos os fluidos corporais, inclusive 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 no sentido de evitar perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais (Broderick & Clayton, 1997).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas à base de cana-de-açúcar, com 60% de concentrado, sobre o comportamento ingestivo, 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.

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), em Viçosa-MG, durante o período de junho a setembro de 2003.

Foram utilizadas 12 vacas holandesas, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 x 4, balanceados de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído de quatro períodos de 19 dias (os 12 primeiros de adaptação às dietas e os demais para coleta de amostras).

Os animais foram alimentados com quatro dietas. A dieta controle (SiMi) foi constituída de silagem de milho (*Zea mays*, híbrido AG-1051) com 40% de concentrado, com base na MS, e as dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L; variedade RB 73-9735) foram compostas de 60% de concentrado, com base na MS, de modo que os percentuais de substituição do milho foram 0% (CMi), 25% com casca de café (CCC) ou 50% com casca de soja (CCS), com base na MS total da dieta. Às dietas à base de cana-de-açúcar, adicionou-se 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 (Tabela 1). As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 14% de PB, de modo a atender às exigências nutricionais de uma vaca com 580 kg de peso corporal produzindo 20 kg/dia de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001). Os procedimentos de preparo e análise das amostras de alimentos e

sobras e a composição químico-bromatológica das dietas (Tabela 2) experimentais foram descritos por Oliveira et al. (2007).

No 17^o 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 em alimentação, ruminação e ócio. No dia seguinte, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas e do 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 (10-12h; 14-16h e 19-21h), calculando-se a média do número de mastigações meréricas e o tempo gasto por bolo ruminal. Essa observação foi feita em todos os animais do experimento. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

As eficiências de alimentação (EAL) e ruminação (ERU), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (NMM_{nd}) foram obtidos segundo metodologia descrita por Bünger et al. (2000).

O líquido ruminal foi coletado utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressa na MS

Table 1 - Ingredient composition (%) of the diet (DM basis)

	Dieta			
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA <i>Sugarcane + 1% urea/AS</i>		
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH
Silagem de milho (<i>Corn silage</i>)	60,00			
Cana-de-açúcar ¹ (<i>Sugarcane</i>)		40,00	40,00	40,00
Fubá de milho (<i>Ground corn</i>)	21,00	41,09	31,09	21,09
Casca de café (<i>Coffee hulls</i>)			10,00	
Casca de soja (<i>Soyhulls</i>)				20,00
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	8,50	6,90	6,60	3,90
Farelo de trigo (<i>Wheat bran</i>)	6,54	6,29	6,66	9,56
Farelo de algodão (<i>Cottonseed meal</i>)	2,03	3,10	3,10	3,10
Uréia/SA (9:1) (<i>Urea/AS, 9:1</i>)	0,60			
Tamponantes ² (<i>Buffers</i>)		0,85	0,85	0,85
Mistura mineral ³ (<i>Mineral mix</i>)	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 uréia + sulfato de amônio (SA), com base na matéria natural, na proporção de 9:1.

² *Sugar-cane plus 1% of 9:1 of urea and ammonium sulfate (AS), fresh matter basis.*

³ 67% de bicarbonato de sódio (*sodium bicarbonate*) e 33% de óxido de magnésio (*magnesium oxide*).

³ Fosfato bicálcico (*Dicalcium phosphate*) (15,05; 25,75; 29,75; 27,49), calcário calcítico (*calcium carbonate*) (48,52; 42,10; 38,58; 35,16), sal comum (*salt*) (29,75; 23,46; 24,88; 28,53), flor de enxofre (*sulfur flower*) (3,07; 3,04; 3,95; 5,63), sulfato de zinco (*zinc sulfate*) (1,33; 1,00; 1,04; 1,17), sulfato de cobre (*copper sulfate*) (0,30; 0,22; 0,23; 0,26), sulfato de manganês (*manganese sulfate*) (0,93; 0,70; 0,73; 0,82), iodato de potássio (*potassium iodate*) (0,0077; 0,0058; 0,0060; 0,0068), sulfato de cobalto (*cobalt sulfate*) (0,0152; 0,0114; 0,0120; 0,0134), selenito de sódio (*sodium selenite*) (0,0050; 0,0037; 0,0039; 0,0044) e cloreto de potássio (*potassium chloride*) (2,93; somente para dieta CMi [only CMi diet]). Os valores entre parênteses representam os teores das fontes de minerais na mistura mineral das dietas SiMi, CMi, CCC e CCS, respectivamente (*The values between parentheses represent the sources of minerals in mineral mixture in diets SiMi, CMi, CCC and CCS, respectively*).

Tabela 2 - Teores médios dos nutrientes obtidos nas dietas experimentais

Table 2 - Average contents of nutrients in the experimental diets

	Dieta Diet			
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS		
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH
MS (DM)	54,72	64,01	63,94	64,10
PB ¹ (CP)	13,33	14,09	14,16	14,12
NNP ² (NPN)	36,38	38,18	38,91	38,25
NIDN ² (NDIN)	11,77	9,02	11,06	13,77
NIDA ² (ADIN)	6,16	3,99	5,41	4,74
FDN ¹ (NDF)	41,58	26,87	31,11	37,76

¹ Porcentagem da MS (% DM).² Porcentagem do nitrogênio total (% of total N).

pH e da concentração dos compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃), nos tempos 0 (zero), antes da alimentação, e 3 horas após a alimentação matinal do 19^o dia de cada período experimental.

As amostras de leite foram coletadas no 16^o dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, para as análises de compostos nitrogenados totais, alantoína e uréia. Os procedimentos para análise dos compostos nitrogenados totais do leite foram descritos por Oliveira et al. (2007). Parte da amostra composta de leite foi desproteïnizada com ácido tricloroacético a 25%, filtrada em papel-filtro e armazenada a -15°C para análises de uréia e alantoína no filtrado.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, 4 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 0,036 N para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação do ácido úrico. Em seguida, as alíquotas foram armazenadas a -15°C para 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 por Silva & Queiroz (2002).

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, 4 horas após a alimentação matinal, utilizando-se EDTA como anticoagulante. Logo após a coleta, as amostras foram

centrifugadas (2.236 xg por 15 minutos) e o plasma sanguíneo foi acondicionado em recipientes de vidro e congelado a -15°C para posteriores análises das concentrações 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 utilizando-se *kits* comerciais (Labtest).

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores da concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001), a partir da proposição de 24,05 mg/kg de 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 ao teste de média (Tukey), a 5% de significância, utilizando-se o programa SAEG, versão 7.0 (UFV, 1997).

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV) para os tempos despendidos (horas/dia) com alimentação, ruminação e ócio entre as dietas experimentais

Table 3 - Means and coefficients of variation (CV) for time spent (hours/day) feeding, ruminating and idle on the different diets

	Dieta Diet				CV (%)
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS			
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH	
Alimentação (Feeding)	5,1 a	4,1 b	4,6 b	4,2 b	12,98
Ruminação (Ruminating)	9,1 a	7,3 b	7,4 b	7,3 b	12,72
Ócio (Idle)	9,9 b	12,7 a	12,0 a	12,5 a	9,89

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.Means followed by same letters in a row do not differ ($P>0.05$) by Tukey test.Tabela 4 - 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), de mastigações meréricas (NMM_{nd}) e de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMM_{nb}) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB) obtidos com as dietas experimentais

Table 4 - Means and coefficients of variation (CV) for intakes of DM (DMi) and ND (NDFi), feed DM efficiency (FEF) and feed NDF efficiency (FEFNDF), DM rumination efficiency (RUE) and NDF rumination efficiency (RUENDF), total chewing time (TCT), number of ruminal bolus (NRB), number of rumination chews (NRCnd), number of rumination chews per bolus (NRCnb) and rumination time per bolus (RTB) on the different diets

	Dieta Diet				CV (%)
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS			
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH	
CMS (kg/dia) (IDM, kg/day)	18,3	20,07	18,83	20,29	10,45
CFDN (kg/dia) (INDF, kg/day)	7,2 a	5,0 b	5,4 b	7,26 a	16,39
EAL (gMS/h) (FEF, gDM/h)	3.722,6 b	5.082,6 a	4.135,8 b	5.021,9 a	15,18
EAL_{FDN} (gFDN/h) (FEFNDF, gNDF/h)	1.452,3 b	1.268,1 b	1.169,7 b	1.800,1 a	19,59
ERU (gMS/h) (RUE, gDM/h)	2.058,6 b	2.911,6 a	2.601,3 a	2.815,7 a	16,56
ERU_{FDN} (gFDN/h) (RUENDF, gNDF/h)	804,0 b	735,1 b	741,2 b	1.007,1 a	19,27
TMT (h/dia) (TCT, h/day)	14,1 a	11,3 b	12,0 b	11,5 b	9,52
NBR (nº/dia) (NRB, n./day)	621,3 a	472,2 b	503,4 b	462,7 b	17,91
NMM_{nd} (nº/dia) (NRCnd, n./day)	35.548 a	26.152 b	27.811 b	26.676 b	16,01
NMM_{nb} (nº/bolo) (NRCnb, n./bolus)	57,9	57,6	55,5	59,3	11,31
TRB (seg/bolo) (RTB, sec/bolus)	53,2	57,6	53,8	59,2	10,87

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.Means followed by same letters in a row do not differ ($P>0.05$) by Tukey test.

Resultados e Discussão

Os tempos médios despendidos em alimentação e ruminação para a dieta com silagem de milho (SiMi) foram maiores ($P<0,05$) que os obtidos com as dietas à base de cana-de-açúcar, que não diferiram ($P>0,05$) significativamente (Tabela 3). Contrariamente, quando alimentados com a dieta à base de silagem de milho, os animais mantiveram-se por menos ($P<0,05$) tempo em ócio.

Os tempos gastos com alimentação e ruminação apresentaram correlação positiva com o teor e consumo de FDN (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 (Cmi) e com 25% de substituição do milho por casca de café (CCC), em relação à dieta com silagem de milho (SiMi), podem estar relacionados aos menores teores e consumos de FDN.

Entretanto, a mesma explicação não é válida para a dieta à base de cana-de-açúcar com 50% de substituição do milho por casca de soja (CCS), pois, embora o consumo de FDN desta dieta não tenha diferido ($P>0,05$) em relação à dieta SiMi, os tempos em alimentação e ruminação foram menores ($P<0,05$) (Tabela 4). Fatores intrínsecos à 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 para ingestão de MS e ruminação do bolo alimentar.

Na Tabela 4 constam as médias e os coeficientes de variação obtidos para as características do comportamento ingestivo dos animais alimentados com as diferentes dietas experimentais.

As dietas SiMi e CCC não diferiram ($P>0,05$) quanto à eficiência de alimentação da MS, todavia, a EAL foi maior ($P<0,05$) para as dietas CMi e CCS, que não diferiram ($P>0,05$) entre si. Como o consumo de MS não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas, a menor ($P<0,05$) eficiência para dieta SiMi foi atribuída ao maior tempo gasto com alimentação. O maior teor de umidade da dieta SiMi alterou o comportamento alimentar dos animais, que aumentaram o tempo de alimentação para compensar o menor teor de MS por bocado.

O tempo gasto em alimentação não diferiu ($P>0,05$) entre os animais alimentados com as dietas CCC e CMi, mas apresentou 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 CCS, enquanto as demais não diferiram ($P>0,05$) entre si. O maior consumo de FDN no mesmo tempo de ruminação explica as diferenças da dieta CCS em relação àquelas à base de cana-de-açúcar. O menor tempo de ruminação da dieta CCS, com mesmo consumo de FDN, explica a maior eficiência de alimentação da FDN da dieta SiMi.

A eficiência de ruminação da MS foi menor ($P<0,05$) para a dieta SiMi, enquanto as dietas CMi não diferiram ($P>0,05$). O maior ($P<0,05$) tempo gasto com ruminação, mas com o mesmo consumo em relação às demais dietas, explica a menor quantidade de MS ingerida da dieta SiMi por unidade de tempo.

A dieta CCS promoveu maior eficiência de ruminação da FDN ($P<0,05$), não sendo observadas diferenças entre as demais. As características favoráveis da parede celular da casca de soja permitiram maior consumo de FDN e mesmo tempo de ruminação em comparação às demais dietas.

O tempo total de mastigação, o número de bolos ruminais e o número de mastigações meréricas foram maiores ($P<0,05$) para a dieta SiMi, enquanto aquelas à base de cana-de-açúcar não diferiram ($P>0,05$) quanto a essas variáveis, que se correlacionaram positivamente com os tempos gastos em alimentação e ruminação (Dado & Allen, 1995). Os resultados observados para a dieta SiMi podem estar relacionados aos maiores tempos gastos com alimentação e ruminação em comparação às dietas à base de cana-de-açúcar.

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV) para o pH e a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal nos tempos 0 e 3 horas após a alimentação

Table 5 - Means and coefficients of variation (CV) for ruminal pH and ruminal concentration of NH₃-N at zero (pre-feeding) and at three hours after feeding

Tempo	SiMi	CMi	CCC	CCS	CV (%)
Time	CS	SC	SCH	SSH	
pH					
Hora 0	7,29	7,19	7,32	7,18	2,28
Hour 0					
Hora 3	6,92	6,93	6,99	6,86	2,85
Hour 3					
N-NH ₃ (mg/dL)					
Hora 0	4,24	3,62	3,59	3,72	27,86
Hour 0					
Hora 3	11,82a	10,56ab	8,66b	12,09a	24,36
Hour 3					

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

Means followed by same letters in a row do not differ ($P>0,05$) by Tukey test.

O número de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo de ruminação por bolo ruminal não foram influenciados ($P>0,05$) pelas dietas. O maior tempo ($P<0,05$) despendido com ruminação para a dieta SiMi se relacionou mais ao número diário de bolos ruminais necessários para a ruminação que ao número de mastigações meréricas e ao tempo de ruminação por unidade de bolo ruminal.

Na Tabela 5 constam os valores de pH e a concentração de amônia do líquido ruminal nos tempos 0 e 3 horas após a alimentação. Apesar do maior nível de concentrado (60% da MS) nas dietas à base de cana-de-açúcar, o pH ruminal não diferiu ($P>0,05$) entre os tempos de coleta e manteve-se na faixa considerada ideal para máximo crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

O pH do líquido ruminal de animais consumindo dietas à base de cana-de-açúcar normalmente é alto e estável, variando de 6,8 a 7,3 como resultado da alta taxa de fluxo salivar decorrente do tempo considerável de mastigação dessas dietas (Leng & Preston, 1976) e da ação regulatória dos protozoários sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis (Minor et al., 1971, citados por Oliveira, 1999; Souza, 2003).

Contrariamente, foi observado menor tempo despendido com mastigação para as dietas à base de cana-de-açúcar em comparação àquela com silagem de milho. Contudo, esse menor tempo não foi suficiente para comprometer a secreção salivar e o tamponamento ruminal, provavelmente em virtude da maior taxa de absorção de ácidos graxos voláteis (AGV) das dietas com cana-de-açúcar, compensando a

maior produção de AGV, e dos efeitos tamponante do bicabornato de sódio e alcalinizante do óxido de magnésio e da amônia proveniente da uréia dietética.

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 utilizada para prevenir distúrbios no funcionamento ruminal (Ipharraguerre & Clark, 2003), pois a fermentação ruminal dos carboidratos estruturais não produz ácidos capazes de reduzir o pH ruminal (Hall, 2001). No entanto, não foi observada melhora no ambiente ruminal (pH) com a substituição de 50% do milho pela casca de soja na dieta à base de cana-de-açúcar, o que está de acordo com as observações de Cunningham et al. (1993) e Elliott et al. (1995). A ausência de diferenças nos tempos despendidos com mastigação, quando o milho foi substituído pela casca de soja, pode explicar o resultado obtido, pois o tempo de mastigação correlaciona-se positivamente à secreção de saliva e, conseqüentemente, ao tamponamento ruminal (Mertens, 2001).

No tempo zero não houve diferença ($P>0,05$) para a concentração de amônia ruminal. Entretanto, três horas após a alimentação, a dieta CCC promoveu menor ($P<0,05$) concentração de amônia ruminal em relação às dietas SiMi e CCS, não diferindo ($P>0,05$) da dieta CMi. As elevadas concentrações de compostos nitrogenados presentes na fração fibrosa da casca de café na forma de NIDN e NIDA (Oliveira et al., 2007), considerados de baixa disponibilidade para os microrganismos do rúmen (Licitra et al., 1996), associadas ao maior teor de polifenóis totais (Orskov, 1992), podem ter sido a causa da menor degradabilidade ruminal da proteína da dieta e, conseqüentemente, da menor concentração de amônia ruminal.

As concentrações de amônia ruminal 3 horas após a alimentação, obtidas para todas as dietas, foram superiores

ao mínimo de 5 mg/dL sugerido por Satter & Slyter (1974) para o maximar o crescimento microbiano *in vitro*, mas inferiores ao mínimo de 15 mg/dL sugerido por Leng & Nolan (1984). No entanto, a concentração ruminal representa uma medida de excesso e, necessariamente, não reflete a eficiência de crescimento de todos os microrganismos ruminais (Morrison & Mackie, 1996). 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 aqueles que degradam CNF (Russell et al., 1992). Como as dietas apresentaram elevado teor de CNF, os valores observados de amônia ruminal possivelmente não comprometeram o crescimento microbiano.

Os níveis de excreção de uréia pela urina (EU-urina), as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) e a relação NUL/NUP obtidos para as dietas são apresentados na Tabela 6. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para EU-urina, NUL e relação NUL/NUP entre as dietas experimentais. No entanto, o nível de NUP foi menor ($P<0,05$) na dieta SiMi em relação àquelas com cana-de-açúcar, à exceção da dieta CCC. Entre as dietas à base de cana-de-açúcar, a CCC apresentou menor ($P<0,05$) concentração de NUP em relação à CMi, mas não diferiu ($P>0,05$) da dieta CCS.

A concentração de NUP correlaciona-se positivamente aos teores dietéticos de PB (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004; Nousiaine et al., 2004) e PDR (Oliveira et al., 2001; Chizzotti, 2004). Assim, o menor valor de NUP obtido para a dieta SiMi pode ser atribuído ao menor consumo de PB (2,54 kg/dia) em relação às dietas CMi (2,81 kg/dia) e CCS (2,86 kg/dia), como verificado por Oliveira et al. (2007). Embora o consumo de PB não tenha diferido ($P>0,05$) entre as dietas à base de cana-de-açúcar, o menor valor de NUP para a dieta CCC

Tabela 6 - Excreção urinária de uréia (EU-urina), concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) e relação NUL/NUP obtidos para as dietas experimentais

Table 6 - Urinary excretion of urea N (UE-urine), milk urea nitrogen (MUN), plasma urea nitrogen (PUN), and MUN/PUN ratio observed on the different diets

	Dieta Diet				CV (%)
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS			
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH	
EU-urina, mg/kg PV (UE-urine, mg/kg BW)	172,7	181,5	182,3	180,7	47,31
NUL (MUN), mg/dL	11,2	13,4	11,5	13,2	17,43
NUP (PUN), mg/dL	11,3c	13,9a	11,5bc	13,7ab	15,28
NUL/NUP (MUN/PUN)	1,00	0,96	1,00	0,97	16,81

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

Means followed by same letters in a row do not differ ($P>0.05$) by Tukey test.

pode ter sido ocasionado pela menor degradabilidade ruminal da proteína.

A relação NUL/NUP média encontrada para as dietas (0,98) reflete alta correlação entre as duas variáveis observada em diversos trabalhos (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004). Broderick & Clayton (1997), utilizando dados de 482 vacas holandesas, recomendaram a seguinte equação para estimar NUP a 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 SiMi, CMi, CCC e CCS, 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, o que pode ser explicado pelo maior coeficiente de variação (CV) observado nos resultados de NUL em relação aos de NUP.

O valor médio observado para a concentração de NUL (12,59 mg/dL) está na faixa de balanceamento de energia e proteína considerada adequada, de 10 a 17 mg/dL (Broderick, 1995; Harris, 1996; Moore & Varga, 1996; Jonker et al., 1998; Ferguson, 2001; Machado & Cassoli, 2002) e abaixo do limite máximo de 19 mg/dL sugerido por Butler et al. (1995) a partir do qual ocorreria redução na eficiência reprodutiva.

Os valores médios e os coeficientes de variação para os consumos de compostos nitrogenados totais (NT), a excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), o balanço de nitrogênio (BN) e as médias das excreções ou secreções em relação ao NT obtidas para as dietas são apresentados na Tabela 7.

A excreção de N-fecal, em g/dia e em % do NT, da dieta CCC foi maior ($P < 0,05$) que a da dieta SiMi, que, por sua vez, não diferiu ($P > 0,05$), em % do NDT, das dietas CMi e CCS. 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 CCC e CCS foram numericamente maiores que os da dieta CMi, provavelmente em razão da 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 (Oliveira et al., 2007), de menor degradabilidade ruminal e digestão intestinal.

A excreção de N-urina, em g/dia e em % do NT, não foi afetada ($P > 0,05$) pelas 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: $N\text{-urina (g/dia)} = 12,54 * NUL$ (mg/dL), que superestimou em 29,7% o valor médio observado das dietas (121,75g/dia). Chizzotti (2004), por sua vez, propôs as equações: $N\text{-urina (g/dia)} = 0,0135 * NUL$ (mg/dL) * PV(kg) ($r^2 = 0,69$) e $N\text{-urina (g/dia)} = 0,0151 * NUP$ (mg/dL) * PV(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 aos teores de NUL: $\text{Eficiência de N (N-leite/NT)} = -0,004NUL$ (mg/dL) + 0,309 ($r^2 = 0,626$). Considerando o valor médio de NUL de

Tabela 7 - 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

Table 7 - Intake of nitrogen (TN), excretion of nitrogen in feces (fecal N), urine (urinary N) and milk (milk N), N balance (NB), and proportion of nitrogen excreted in relation to TN on the different diets

	Dieta Diet				CV (%)
	SiMi CS	Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS			
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH	
NT, g/dia (TN, g/day)	406,7b	450,3ab	423,9ab	457,7a	8,79
N-fecal, g/dia (N-feces, g/day)	120,0b	141,5ab	171,9a	165,5a	23,43
N-urina, g/dia (N-urine, g/day)	115,3	131,6	103,7	133,5	26,49
N-leite, g/dia (N-milk, g/day)	110,4	117,9	119,0	111,3	8,81
BN, g/dia (NB, g/day)	60,9a	59,3a	29,3b	47,5ab	44,52
N-fecal (% do NT) (N-feces, % TN)	29,5b	31,4ab	40,6a	36,2ab	22,71
N-urina (% do NT) (N-urine, % TN)	28,3	29,2	24,5	29,2	25,74
N-leite (% do NT) (N-milk, % TN)	27,2ab	26,2ab	28,1a	24,3b	9,39
BN (% do NT) (NB, % TN)	15,0a	13,2ab	6,9c	10,4b	42,76

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

Means followed by same letters in a row do not differ ($P > 0,05$) by Tukey test.

Tabela 8 - Excreções de alantóina na urina (ALU) e no leite (ALL), concentrações de ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) nos animais alimentados com as dietas experimentais

Table 8 - Urinary (AEU) and milk (AEM) excretion of allantoin, urinary excretion of uric acid (UUA), total purines (TP), absorbed purine (AP), microbial nitrogen synthesis (mic-N) and microbial efficiency (micE) on the different diets

	SiMi CS	Dieta Diet			CV (%)
		Cana-de-açúcar + 1% uréia/SA Sugarcane + 1% urea/AS			
		Cmi SC	CCC SCH	CCS SSH	
ALU (mmol/dia) (AEU, mmol/day)	266,4	299,6	300,4	300,6	25,70
ALL (mmol/dia) (AEM, mmol/day)	30,0	26,6	29,6	27,6	21,44
ACU (mmol/dia) (UUA, mmol/day)	32,6	40,6	33,1	38,5	34,71
PT (mmol/dia) (TP, mmol/day)	329,0	366,8	363,1	366,7	24,16
ALU (% das PT) (AEU, % TP)	81,0	81,7	82,7	82,0	-
PA (mmol/dia) (AP, % TP)	333,6	377,3	373,7	377,7	27,68
Nmic (g/dia) (Nmic, g/day)	242,6	273,5	271,7	274,6	27,68
Emic (g PBmic/kg NDT) (Emic, g PBmic/kg NDT)	129,8	120,5	141,4	128,6	25,09

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.
Means followed by same letters in a row do not differ ($P>0,05$) by Tukey test.

12,59 mg/dL das dietas (Tabela 6), 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 CCC que para as demais, exceto CCS. As dietas CMi e CCS não diferiram ($P>0,05$) da dieta SiMi quanto ao BN em g/dia. O menor valor de BN para a dieta CCC pode ser atribuído ao maior valor de excreção de N-fecal. Mesmo assim, independentemente da dieta, não houve valor negativo para o BN, indicando que o consumo de proteína atendeu às exigências protéicas das vacas.

Na Tabela 8 são apresentadas as excreções de alantóina na urina (ALU) e no leite (ALL), de ácido úrico na urina (ACU) e de purinas totais (PT) e absorvidas (PA), a síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e a eficiência microbiana (Emic) obtidas para as dietas.

Nenhuma dessas variáveis foi influenciada ($P>0,05$) pelas dietas, o que está de acordo com as observações de Costa et al. (2005), que não encontrou diferenças na síntese de nitrogênio microbiano e na eficiência microbiana em vacas leiteiras com produção diária de 20 kg alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar com 60% de concentrado, em relação à dieta silagem de milho e 40% de concentrado. Os valores médios de Nmic e de Emic encontrados neste trabalho (273 g/dia e 130,08 g PBmic/kg de NDT) foram próximos aos observados por Costa et al. (2005), de 268,54 e 126,4, respectivamente.

Avaliando os resultados obtidos, pode-se considerar que as dietas não diferiram quanto ao suprimento de energia, proteína e outros nutrientes essenciais para a

síntese de proteína microbiana, principal fonte de aminoácidos para vacas em lactação (Valadares Filho & Valadares, 2001). O valor médio de eficiência microbiana obtido para as dietas (de 130,08 gPBmic/kg de NDT) foi similar ao valor médio sugerido pelo NRC (2001), de 130 g PBmic/kg de NDT.

Conclusões

A substituição do milho pela casca de café ou pela casca de soja nos níveis de 25% ou 50%, com base na MS da dieta, respectivamente, não promove aumento na atividade mastigatória e na melhora do ambiente ruminal de vacas de leite recebendo dietas com cana-de-açúcar e 60% de concentrado.

O milho pode ser substituído por casca de café ou casca de soja em níveis de 25 ou 50%, com base na MS da dieta, respectivamente, sem comprometer a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, a síntese de compostos nitrogenados microbianos ruminais e a eficiência microbiana ruminal de vacas com produção diária de 20 kg de leite alimentadas com dietas com cana-de-açúcar e 60% de concentrado.

Literatura Citada

- 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.** Lavras: EPAMIG, v.46, n.6, p.1-4, 1995. (Circular Técnica).
- BRODERICK, G.A. **Use of milk urea as an indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cows.** Madison: Agriculture Research Service/US Dairy Forage Research Center, 1995. 122p. (Research Summaries).
- 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.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- 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 MANUFACTURES, 1995, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1995. p.89-95.
- 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.** Aberdeen: Rowett Research Institute/ International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional Publication).
- 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: Universidade Federal de Viçosa, 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.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005 (supl.).
- 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 challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.
- 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. [2001] **Milk urea nitrogen.** Disponível em: http://cahpwww.vet.upenn.edu/mun/mun_info.html Acesso em: 10/01/05.
- 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: RIBEIRO, A.M.L.; BERNARDI, M.L.; KESSLER, A.M. (Eds.) **Tópicos em produção animal 1.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. p.41-54.
- HALL, M.B. Recent advances in non-carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 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. (Eds.) **Biotechnology in the feed industry.** Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p.75-81.
- 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: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE LEITE, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.161-179.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulation dairy rations In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Federal de Lavras, 2001. p.51-76.
- 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, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- 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.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar contendo casca de café ou casca de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2007 (no prelo).
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.F.; 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: Universidade Estadual Paulista, 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 Press, 1992. 175p.
- 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: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant 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.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- 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: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Casca de café em dietas de vacas em lactação: consumo, digestibilidade e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2496-2504, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas** (Manual do usuário). Versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 150p.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.229-247.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- 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.

Recebido: 20/09/05
Aprovado: 28/08/06