



Fontes de carboidratos e porcentagem de volumosos em dietas para ovinos: balanço de nitrogênio, digestibilidade e fluxo portal de nutrientes¹

Gisele Fernanda Mouro², Antonio Ferriani Branco³, David Lee Harmon⁴, Luiz Paulo Rigolon⁵, Sabrina Mancantonio Coneglian⁶

¹ Parte da tese da primeira autora apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

² Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá - Maringá-PR.

³ Departamento de Zootecnia - UEM e Pesquisador do CNPq.

⁴ Department of Animal Science - University of Kentucky (USA).

⁵ Departamento de Zootecnia - UEM.

⁶ Mestrando em Zootecnia - UEM.

RESUMO - Avaliou-se a influência de duas fontes de carboidrato (casca de soja e milho em grão) e de dois níveis (40 e 70%) de volumoso nas dietas sobre a digestibilidade dos nutrientes, o balanço de nitrogênio e o fluxo portal de nutrientes em ovinos. Foram utilizados quatro ovinos Corriedale (45 kg PV) com três cateteres implantados (veia e artéria mesentérica e veia porta), distribuídos em delineamento quadrado latino. A digestibilidade dos nutrientes foi obtida utilizando-se a técnica de coleta total de fezes e urina e o fluxo portal de nutrientes pelo princípio de Fick. A digestibilidade da MS das dietas contendo milho (66,7%) foi maior que daquelas contendo casca de soja (60,9%). A ingestão (789,7 g/dia), a digestão (444,2 g/dia) e a digestibilidade (56,2%) da FDN foram maiores para as dietas contendo casca de soja como fonte de carboidrato. As dietas contendo milho proporcionaram maior ingestão e digestão do EE. Houve efeito da interação fonte de carboidrato × proporção de volumoso sobre a ingestão e a digestão dos CNF. Os valores de ingestão e digestão nas dietas com milho foram maiores na menor proporção de volumoso, mas, naquelas com casca de soja, não foram influenciados pelas proporções de volumoso estudadas. O teor de NDT foi maior para as dietas contendo milho. Dietas com 40% de volumoso resultaram em menores perdas fecais e urinárias e em maiores digestibilidade e retenção de nitrogênio. As concentrações portal e arterial de glicose foram maiores para dietas contendo milho e para aquelas contendo 40% de volumoso. As concentrações portal de amônia e uréia, assim como a diferença venosa-arterial e o fluxo portal de amônia, foram menores para dietas com 40% de volumoso.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, casca de soja, digestibilidade, fluxo portal, milho, porcentagem de volumoso

Carbohydrate sources and levels of forage in sheep diets: nitrogen balance, digestibility, and portal flux of nutrients

ABSTRACT - Four Corriedale wethers averaging 45 kg of body weight were randomly assigned to a 4 x 4 Latin square to evaluate the effects of two carbohydrate sources (soybean hulls and corn grain) and two dietary forage levels (40 and 70%) on nutrient digestibility, N balance, and portal nutrient flux. Animals were fitted with catheters in the mesenteric and portal veins and in the mesenteric artery. Digestibility of nutrients and N balance were determined by total collection of feces and urine. Portal plasma flow was measured by continuous infusion of *P*-aminohippurate, and net nutrient flux calculated as the difference between venous and arterial concentration times blood flow. Dry matter digestibility and intake and digestion of ether extract were greater on corn than on soybean hulls diets while the opposite was observed for intake (789.7 g/d), digestion (444.2 g/d), and digestibility (56.2%) of NDF. There was a significant interaction between carbohydrate sources and dietary forage levels for intake and digestion of NFC; corn and lower forage diets resulted in greater intake and digestion of NFC whereas no effect of forage level was observed on soybean hulls diets. Energy concentration expressed as TDN was higher for corn diets. Diets with 40% forage showed improved N utilization because of the reduced excretion of N in urine and feces and increased N digestibility and retention. Portal and arterial glucose concentrations were higher on animals fed corn and 40% forage diets. Portal ammonia and urea concentration, venous-arterial difference and portal ammonia flux were all lower on diets with 40% forage.

Key Words: corn, digestibility, level of forage, nitrogen balance, portal flow, soybean hulls

Introdução

A casca de soja tem sido utilizada em substituição aos grãos de cereais e, por seu valor nutricional e econômico, a expectativa é que sua utilização continuará aumentando. Esse subproduto pode substituir até 30% (na MS) do milho em dietas ricas em grãos sem afetar negativamente a fermentação ou a digestão de nutrientes no trato gastrointestinal ou o desempenho de vacas lactantes (Ipharraguerre & Clark, 2003).

Além disso, resultados de pesquisas comprovam que a casca de soja pode substituir com sucesso parte da forragem em dietas para ruminantes. Para vacas lactantes, a substituição pode ser de até 25% da MS da dieta, desde que a quantidade de fibra efetiva na dieta permaneça adequada (Ipharraguerre & Clark, 2003).

Na substituição do milho pela casca de soja, em decorrência dos elevados teores de FDN desse alimento (Ipharraguerre & Clark, 2003), os padrões de fermentação ruminal podem ser alterados e ainda afetar os parâmetros relacionados à digestibilidade ruminal e aos seus produtos, como os ácidos graxos voláteis, incidindo diretamente sobre o metabolismo do animal. No entanto, ainda não está estabelecido se estas mudanças são suficientes para afetar também o desempenho animal em proporções que inviabilizem sua utilização.

A escolha da melhor relação volumoso:concentrado a ser utilizada em dietas para ruminantes, de forma a atender às exigências nutricionais e minimizar as perdas energéticas, é uma estratégia muito explorada por nutricionistas. Em vacas lactantes, a proporção volumoso:concentrado da dieta não influencia os níveis sanguíneos de uréia, entretanto, a concentração de glicose diminui linearmente com o aumento da porcentagem de volumoso (Dhiman et al., 1991; Murphy et al., 2000).

Neste trabalho, avaliou-se a influência de duas fontes de carboidratos (casca de soja e milho) e de dois níveis de volumoso sobre a digestibilidade dos nutrientes, o balanço de nitrogênio e o fluxo portal de metabólitos em ovinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Nutrição de Ruminantes da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, localizada no distrito de Iguatemi, e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal -UEM, no período de novembro de 2002 a janeiro de 2003.

Foram utilizados quatro ovinos Corriedale (peso médio inicial de 44 kg e peso final de 50 kg) com três cateteres

permanentes implantados cirurgicamente, um na veia mesentérica, outro na artéria mesentérica e outro na veia porta (Katz & Bergmann, 1969). Os cateteres foram monitorados a cada dez dias e mantidos funcionais utilizando-se diferentes soluções de heparina. Para o cateter arterial, foi utilizada heparina estéril a 500 UI/mL e, para os demais, heparina estéril a 200 UI/mL. Durante os períodos de coleta de sangue, foi perfundida heparina estéril a 20 UI/mL.

Os animais foram mantidos em gaiolas de metal durante todo o período experimental, sendo contidos por meio de coleira ajustada ao pescoço e presa à gaiola. As gaiolas eram providas de bebedouros e comedouros individuais e mantidas sob rígido controle higiênico e sanitário.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, em que os tratamentos consistiram de dietas isoprotéicas, formuladas com dois níveis de volumoso (40 e 70% da MS - feno de aveia) suplementado com duas fontes de carboidratos (casca de soja e milho em grão). A composição das dietas (Tabela 1) foi estimada a partir de dados do NRC (1996). As dietas foram fornecidas *ad libitum* e, um dia antes do início das coletas para análise da digestibilidade, a quantidade ofertada foi restringida de modo que as sobras perfizessem 10% da quantidade da ração oferecida.

Os períodos experimentais tiveram duração de 16 dias, sendo dez de adaptação à dieta (Bach et al., 2000). No período entre o 11^o e o 15^o dia, foram realizadas coletas de fezes pelo método de coleta total. A cada dia, foram retirados 10% do total de fezes excretadas para obtenção de amostras compostas por animal/período. No período do 12^o ao 16^o dia, foram coletadas amostras de sobras para posterior determinação da ingestão de nutrientes. As sobras foram pesadas e o peso foi anotado, retirando-se 20% da amostra para obtenção de uma amostra composta por animal/período. As sobras e as fezes foram acondicionadas em embalagens plásticas, identificadas e mantidas congeladas (-20°C). Em cada período experimental, no período do 11^o ao 15^o dia, foram coletadas amostras do feno para obtenção de uma amostra por período.

A urina foi coletada em baldes plásticos utilizando-se um sistema de funil adaptado ao piso das gaiolas. Nos baldes, foram colocados diariamente 10 mL de H₂SO₄ 9M para evitar fermentação e perdas de amônia por volatilização. O volume de urina foi medido diariamente em uma proveta de 2.000 mL e anotado, sendo realizada uma sub-amostra de 10% deste volume. A cada período experimental, foram obtidas amostras compostas dos cinco dias, que foram armazenadas e congeladas em frascos de vidro âmbar.

Após o descongelamento, as amostras de fezes, sobras e feno foram secas (55°C por 72 horas) em estufa de ventilação forçada e, posteriormente, moídas em peneira de 1 mm.

Tabela 1 - Composição percentual (% da MS) e química dos alimentos das rações

Table 1 - Ingredient composition (% of DM) of the experimental diets and chemical composition of the dietary feeds

Alimento <i>Feed</i>	40% de volumoso <i>40% forage</i>		70% de volumoso <i>70% forage</i>	
	Casca de soja <i>Soybean hulls</i>	Milho em grão <i>Corn grain</i>	Casca de soja <i>Soybean hulls</i>	Milho em grão <i>Corn grain</i>
Feno de aveia (<i>Oat hay</i>)	40,00	40,00	70,00	70,00
Casca de soja (<i>Soybean hulls</i>)	52,80	0,00	17,45	0,00
Milho em grão (<i>Corn grain</i>)	0,00	47,40	0,00	16,80
Farelo de algodão (<i>Cottonseed meal</i>)	3,20	5,20	5,50	5,50
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	3,20	5,20	5,50	5,50
Calcário (<i>Limestone</i>)	0,00	0,90	0,40	0,70
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	0,30	0,00	0,10	0,00
Uréia (<i>Urea</i>)	0,00	0,80	0,55	1,00
Suplemento mineral (<i>Mineral supplement</i>)	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição <i>Composition</i>	FDN <i>NDF</i>	PB <i>CP</i>	EE <i>EE</i>	MM <i>Ash</i>
Feno de aveia (<i>Oat hay</i>)	70,70	11,93	1,12	7,52
Casca de soja (<i>Soybean hulls</i>)	58,39	16,44	1,73	6,64
Milho em grão (<i>Corn grain</i>)	18,06	9,29	3,93	1,66
Farelo de algodão (<i>Cottonseed meal</i>)	29,03	45,09	2,53	6,25
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	6,27	50,28	1,91	6,66

Em seguida, foram analisadas, juntamente aos outros alimentos, quanto aos teores de MS, MO e EE (AOAC, 1990), PB, pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 1990), e FDN (Van Soest et al., 1991). A composição química das rações foi calculada multiplicando-se a porcentagem de cada alimento por sua composição química.

Os CNF foram calculados pela equação: $CNF = 100 - (\%FDN_N + \%PB + \%EE + \%cinzas)$, em que: FDN_N = fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio (Van Soest et al., 1991).

A digestão dos nutrientes (DT), expressa em g, foi obtida pela diferença entre sua ingestão e excreção. A digestibilidade (DIG) dos nutrientes foi obtida pela equação: $DIG = \{(ingestão - excreção) / ingestão\} \times 100$.

Os teores de NDT das dietas foram calculados pela equação (Van Soest et al., 1991): $NDT = PBD + FDND + (EED \times 2,25) + CNFD$, em que: NDT = nutrientes digestíveis totais; PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível.

Nos dias de coletas de sangue (14^o dia), os trabalhos foram iniciados às 7h30 e se estenderam até as 15h30. O ácido paraaminohipúrico (PAH) foi perfundido durante todo o período de coleta para possibilitar as futuras determinações de fluxo plasmático pela veia porta. Às 9h, iniciava-se a perfusão de uma dose de 15 mL de PAH 1,5% (dose *prime*), mantida a uma taxa de 0,80 mL/minuto até que fosse encerrada a última coleta de cada animal, por volta das 15h30.

Para a perfusão do ácido paraaminohipúrico, foi utilizada bomba peristáltica de alta precisão da marca Harvard

(Harvard model 22, Harvard Apparatus, Natick, MA), com adaptador para oito seringas. A perfusão do ácido paraaminohipúrico foi realizada através do cateter implantado na veia mesentérica. Durante a preparação da solução do ácido paraaminohipúrico, a solução foi filtrada (0,45 μ m) e autoclavada. Uma solução básica foi preparada para conter 1,5% do ácido (peso/volume), com pH 7,4, e foi perfundida através de um filtro de 0,45 μ m e de tubos esterilizados com óxido de etileno. Foram realizadas seis coletas de sangue por animal por dia, em intervalos de uma hora, com início às 10h e término às 15h. As coletas de sangue foram feitas simultaneamente, na veia porta e na artéria mesentérica, utilizando-se três seringas, sendo retirados 8 mL de sangue/vaso em seringas heparinizadas. O tempo necessário para a coleta em cada animal foi de aproximadamente 12 minutos, sendo que, depois de iniciada, a retirada do sangue (amostra) nunca foi encerrada em tempo inferior a 5 minutos.

As amostras de sangue foram imediatamente transferidas das seringas para tubos-teste mantidos em gelo. Em seguida, foi realizada em duplicata a leitura de hematócrito em cada amostra para conferir se a seqüência de amostragem estava causando problemas ao animal. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, onde se obtinha o plasma pela centrifugação a 2800 x g por 10 minutos. O plasma foi mantido congelado (-20°C) até a realização das análises.

Foram realizadas análises de glicose, nitrogênio α -amino, uréia, amônia e ácido paraaminohipúrico. A glicose foi analisada pelo método da glicose-oxidase (Gochman &

Schmitz, 1972). O ácido paraaminohipúrico foi analisado segundo Huntington (1982). As soluções para obtenção da curva-padrão na análise do ácido paraaminohipúrico foram preparadas a partir das soluções utilizadas para perfusão (1,5%). O nitrogênio α -amino e a amônia foram analisados no plasma desproteínizado com ácido tricloroacético 300 mM, sendo utilizados 200 μ L de plasma e 900 μ L de ácido. Para determinação do nitrogênio α -amino, utilizou-se o método de Palmer & Peters (1969), preparando-se os padrões com treonina. A amônia foi analisada pelo método do hipoclorito (Imler et al., 1972) e a uréia, pelo método de Marsh et al. (1965).

O fluxo portal de sangue e de metabólitos no sangue foi determinado utilizando-se as equações de Bergman & Wolff (1971), embasadas no princípio de Fick, que usa a diferença artério-venosa para concentração e fluxo plasmático (F_p).

O F_p , em L/hora, pela veia porta foi obtido pela seguinte equação:

$$F_p = \frac{TPPAH}{CPAH_v - CPAH_a} \times 100$$

em que: TPPAH = taxa de perfusão do PAH (mg/h); CPAH_v = concentração venosa portal de PAH (mM); e CPAH_a = concentração arterial de PAH (mM).

O fluxo portal de determinado metabólito (mM/h) foi determinado por:

$$FP_{\text{metabólito}} = F_p \times [C_{P_{\text{metabólito}}} - C_{A_{\text{metabólito}}}]$$

em que: $C_{P_{\text{metabólito}}}$ = concentração portal do metabólito (mM); e $C_{A_{\text{metabólito}}}$ = concentração arterial do metabólito (mM).

Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVAG do programa SAEG (Euclides, 1983), utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + V_k + C_l + VC_{kl} + e_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} = observação do animal i , no período j , recebendo nível de volumoso k e fonte de carboidrato l ; μ = constante geral; A_i = efeito do animal i , variando de 1 a 4; P_j = efeito do período j , variando de 1 a 4; V_k = efeito do nível de volumoso k , variando de 1 a 2; C_l = efeito da fonte de carboidrato l , variando de 1 a 2; VC_{kl} = efeito da interação nível de volumoso \times fonte de carboidrato; e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação $ijkl$.

Resultados e Discussão

As médias de ingestão, excreção fecal, digestão e digestibilidade de MS, PB, FDN, EE e CNF e da ingestão e porcentagem de NDT são descritas na Tabela 2. A ingestão de MS não diferiu significativamente ($P > 0,05$) entre os

tratamentos. A ingestão média foi de 1.403,8 g/dia, correspondente a 3,00% do PV dos animais.

Cunningham et al. (1993) verificaram que a inclusão de casca de soja em substituição ao concentrado em dietas para vacas em lactação não influenciou a ingestão de MS, ao passo que, em substituição ao volumoso, ocasionou aumento na ingestão de MS. Estes resultados foram confirmados por Silva et al. (2002), que constataram que a inclusão de casca de soja em dieta de novilhos em crescimento, em substituição ao volumoso, proporcionou aumento na ingestão de MS.

Ipharraguerre et al. (2002) observaram que não houve alteração na ingestão de MS quando o milho foi substituído pela casca de soja em dietas para vacas em lactação. Ipharraguerre & Clark (2003), em revisão de literatura sobre a utilização de casca de soja na alimentação de vacas em lactação, verificaram que, em grande parte dos trabalhos consultados, a ingestão de MS não foi afetada pela substituição dos grãos de cereais por casca de soja.

A excreção fecal de MS diferiu ($P < 0,04$) entre as fontes de carboidratos estudadas. A excreção média diária de MS foi de 547,9 g/dia para as dietas contendo casca de soja e de 462,9 g/dia para aquelas formuladas com milho.

A digestão da MS não diferiu entre os tratamentos estudados, mas a digestibilidade da MS das dietas com milho foi maior ($P < 0,01$) que aquelas contendo casca de soja (médias de 66,8 e 61,2%, respectivamente). Estes resultados confirmam os encontrados por Nakamura & Owen (1989) e Sievert & Shaver (1993), que verificaram que a digestibilidade da MS é diminuída quando a casca de soja é utilizada para diminuir o conteúdo de amido ou de CNF das dietas. Este fato é sustentado pelo conceito de que a diminuição drástica dos teores dietéticos de CNF prejudicaria a fermentação ruminal da MS (Stokes et al., 1991).

Em média, a ingestão, excreção e digestão da MO foram de 1.302,5; 459,7 e 842,8 g/dia, respectivamente, e não foram influenciadas ($P > 0,05$) pela fonte de carboidrato nem pelo nível de volumoso, mesmo que a digestibilidade da MO tenha sido maior ($P < 0,03$) para as dietas com milho que para aquelas com casca de soja (médias 67,4 e 62,0%, respectivamente). A digestibilidade da MO é altamente correlacionada à concentração de NDT (Mouro et al., 2002). Como as dietas com milho possuíam teores mais elevados de NDT (Tabela 1), a porcentagem de MO digestível também foi maior nestas dietas.

A ingestão de FDN foi maior ($P < 0,01$) para as dietas contendo casca de soja (789,7 g/dia) em comparação àquelas formuladas com milho (551,5 g/dia). De modo geral, a concentração de FDN pode variar de 53 a 74% na casca de soja (Ipharraguerre & Clark, 2003), enquanto o milho tem menor

Tabela 2 - Ingestão (ING), excreção fecal (EF), digestão total (DT) e digestibilidade total (DIG) dos nutrientes

Table 2 - Means for intake (INT), fecal excretion (FE), total digestion (TD), and total digestibility (DIG) of nutrients

	40% de volumoso 40% forage		70% de volumoso 70% forage		CV (%)	Probabilidade Probability		
	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain		V F	C C	V*C F*C
MS (DM)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	1462,7	1445,0	1361,8	1345,8	14,61	NS ¹	NS	NS
EF (FE, g/d) (g/dia)	567,3	462,2	528,5	463,6	12,35	NS	0,034	NS
DT (TD, g/d) (g/dia)	895,4	982,8	833,3	882,3	17,27	NS	NS	NS
DIG (DIG) (%)	61,2	68,0	61,2	65,6	4,58	NS	0,007	NS
MO (OM)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	1364,9	1359,4	1245,6	1240,2	14,19	NS	NS	NS
EF (FE, g/d) (g/dia)	508,2	423,3	484,4	423,0	13,73	NS	NS	NS
DT (TD, g/d) (g/dia)	856,7	936,1	761,2	817,2	16,87	NS	NS	NS
DIG (DIG) (%)	62,8	68,9	61,1	65,9	5,79	NS	0,023	NS
FDN (NDF)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	830,1	488,8	749,3	614,3	16,12	NS	0,004	NS
EF (FE, g/d) (g/dia)	362,4	255,9	328,6	293,0	10,65	NS	0,005	NS
DT (TD, g/d) (g/dia)	467,7	232,7	420,7	321,3	22,76	NS	0,007	NS
DIG (DIG) (%)	56,3	47,6	56,1	52,3	9,04	NS	0,037	NS
PB (CP)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	215,8	215,3	215,1	214,0	14,48	NS	NS	NS
EF (FE, g/d) (g/dia)	75,4	74,4	64,0	59,8	11,51	0,016	NS	NS
DT (TD, g/d) (g/dia)	140,4	140,9	151,1	154,2	17,08	NS	NS	NS
DIG (DIG) (%)	65,1	65,4	70,2	72,1	3,65	0,004	NS	NS
EE								
ING (INT, g/d) (g/dia)	31,2	46,3	32,0	38,7	11,46	NS	0,002	NS
EF (FE, g/d) (g/dia)	8,4	5,2	6,3	6,7	20,07	NS	NS	0,037
DT (TD, g/d) (g/dia)	22,8	41,1	25,7	32,0	16,59	NS	0,003	NS
DIG (DIG) (%)	73,1	88,8	80,3	82,7	5,97	NS	0,009	0,034
CNF (NFC)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	287,9	609,1	249,3	373,2	11,31	0,001	0,001	0,004
EF (FE, g/d) (g/dia)	62,1	87,7	85,5	63,5	36,22	NS	NS	NS
DT (TD, g/d) (g/dia)	225,8	521,4	163,8	309,7	12,09	0,001	0,001	0,007
DIG (DIG) (%)	78,4	85,6	65,7	83,0	11,21	NS	0,030	NS
NDT (TDN)								
ING (INT, g/d) (g/dia)	885,2	987,4	793,4	857,1	16,86	NS	NS	NS
NDT (TDN) (%)	60,9	68,5	57,6	63,5	6,46	NS	0,016	NS

¹NS: Probabilidade não-significativa (P>0,05).

V = porcentagem de volumoso; C = fonte de carboidrato e V*C = interação.

¹ NS: not significant (P>0.05).

F = level of forage; C = carbohydrate source, F*C = interaction.

teor de parede celular (NRC, 2001). Desta forma, uma consequência da substituição do milho pela casca de soja é o aumento da ingestão de FDN.

A dieta formulada com casca de soja proporcionou maior excreção fecal (P<0,01) de FDN (345,5 g/dia) em relação àquela contendo milho (274,5 g/dia). A digestão e a digestibilidade da FDN foram maiores (P<0,01) para as dietas com casca de soja em relação às dietas contendo milho, com médias de 444,2 e 277,0 g/dia para a digestão e de 56,2 e 50,0% para a digestibilidade. Estes resultados confirmam os encon-

trados por Cunningham et al. (1993) e Ipharraguerre et al. (2002), que notaram que a inclusão de casca de soja em substituição ao milho aumenta a digestibilidade da FDN.

A digestibilidade da FDN neste experimento aumentou, em média, 11% com a utilização da casca de soja, resultado próximo ao encontrado por Firkins (1997), de 14%, e Ipharraguerre et al. (2002), de 11%. Firkins (1997) constatou que a substituição do concentrado por uma fonte de fibra não forrageira pode ter efeito associativo positivo sobre a digestibilidade da fibra, quando a concentração de CNF

da dieta à qual está sendo comparada é de 35 a 45%. Neste trabalho, a concentração de CNF nas dietas com milho foi de 35,2%, dentro dos parâmetros indicados por esse autor. Desta forma, o efeito associativo negativo na digestibilidade da fibra das dietas com milho pode explicar porque a digestibilidade da FDN foi melhor para as dietas com casca de soja.

A ingestão de EE diferiu significativamente ($P < 0,01$) entre as fontes de carboidratos estudadas, com médias de 42,5 g/dia para as dietas com milho e de 31,6 g/dia para aquelas com casca de soja. Houve efeito da interação nível de volumoso \times fonte de carboidrato ($P < 0,04$) sobre a excreção fecal de EE, observando-se que, com 40% de volumoso nas dietas, a excreção de EE foi maior para as dietas com casca de soja, enquanto, com 70% de volumoso, a excreção não diferiu entre as fontes de carboidrato estudadas. A digestão do EE foi maior ($P < 0,01$) para as dietas com milho (36,6 g/dia) em comparação àquelas contendo casca de soja (24,3 g/dia). O mesmo efeito foi observado para digestibilidade ($P < 0,01$), que apresentou médias de 85,8 e 76,7% para as dietas com milho e com casca de soja, respectivamente.

A ingestão e digestão dos CNF foi influenciada pela interação fonte de carboidrato \times proporção de volumoso das dietas, indicando que o efeito da fonte de carboidrato depende da proporção de volumoso da dieta. Entre as dietas com milho, a ingestão e digestão de CNF na dieta com 40% de volumoso (médias de 609,1 e 521,4 g/dia) foram maiores ($P < 0,01$) que com 70% de volumoso (médias de 376,2 e 309,7 g/dia). Esse efeito na ingestão e digestão dos CNF está relacionado aos teores desta fração nos alimentos utilizados. O feno de aveia e a casca de soja apresentaram teores de CNF relativamente baixos e próximos (8,8 e 16,8% da MS, respectivamente), enquanto o milho, teor bem mais elevado (67,1%). Portanto, independente-

mente do aumento da proporção volumoso:concentrado, a ingestão e digestão dos CNF nas rações com casca de soja mantiveram-se estáveis, enquanto, naquelas com milho, a proporção volumoso:concentrado teve maior influência.

A excreção fecal dos CNF não diferiu significativamente ($P > 0,05$) entre os diferentes tratamentos (média de 74,7 g/dia). A digestibilidade dos CNF foi maior ($P < 0,03$) para as dietas com milho em relação àquelas contendo casca de soja, com médias de 84,3 e 72,1%, respectivamente. Não houve diferença na digestibilidade dos CNF quando o milho (80%) foi substituído pela casca de soja (77%) no nível de 30% da MS em vacas em lactação (Mansfield & Stern, 1994).

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os descritos por Ipharraguerre et al. (2002), que verificaram que a substituição do milho pela casca de soja para suprir 0, 10, 20, 30 e 40% da MS da dieta diminuiu linearmente a ingestão de CNF (de 8,5 para 3,7 kg/dia, resultando em diferença de 56,5%), a quantidade (7,8 para 3,3 kg/dia, resultando em diferença de 57,7%) e a digestibilidade (92,1 para 87,6%, resultando em diferença de 4,9%) destes carboidratos no trato digestivo. Segundo Ipharraguerre & Clark (2003), a digestibilidade da FDN em vacas em lactação só diminuiu quando a casca de soja substituiu o milho em mais de 30% da MS dietética. Neste trabalho, a substituição foi de 33,6% da MS (Tabela 1), o que pode justificar a menor digestibilidade dos CNF.

A concentração de energia expressa como NDT foi maior ($P < 0,02$) para as dietas contendo milho como fonte de carboidrato (66,0%) em relação àquelas com casca de soja (59,3%). A casca de soja possui valor estimado de 74 a 80% do valor nutricional do milho em grão quando incluída em quantidades moderadas a altas em concentrados para bovinos em fase de engorda (Ludden et al., 1995). Neste experimento,

Tabela 3 - Balanço de nitrogênio

Table 3 - Nitrogen balance

	40% de volumoso 40% forage		70% de volumoso 70% forage		CV (%)	Probabilidade Probability	
	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain		V F	C C
N ingerido (g/dia) (N intake, g/d)	34,53	34,45	34,41	34,24	14,48	NS	NS
N fezes (g/dia) (Fecal N, g/d)	12,06	11,90	10,23	9,56	11,51	0,016	NS
N digerido (g/dia) (Digested N, g/d)	22,47	22,55	24,18	24,68	17,08	NS	NS
N digerido (% do ingerido) (Digested N, % of N intake)	65,07	65,46	70,27	72,07	3,65	0,004	NS
N urina (g/dia) (Urinary N, g/d)	15,17	15,86	19,43	20,55	11,88	0,005	NS
N retido (g/dia) (N retention, g/d)	7,30	6,69	4,75	4,13	53,18	NS	NS
N retido (% do ingerido) (N retention, % of N intake)	21,14	19,41	13,80	12,06	42,55	NS	NS
N retido (% do digerido) (N retention, % of N digested)	32,49	27,73	19,64	16,73	38,30	0,021	NS

¹NS: Probabilidade não-significativa ($P > 0,05$).

V = porcentagem de volumoso; C = fonte de carboidrato.

¹NS: Not significant ($P > 0,05$).

F = level of forage; C = carbohydrate source.

as dietas continham 17,5 ou 52,8% de casca de soja, dependendo do nível de volumoso, o que representa, em média, 89,8% do valor energético das dietas com milho moído, independentemente do nível de volumoso.

As médias para os parâmetros avaliados do balanço de N são descritas na Tabela 3. A ingestão de N não foi influenciada ($P>0,05$) pela proporção volumoso:concentrado ou pela fonte de carboidrato. Estes resultados eram esperados, pois todas as dietas foram formuladas para conter 14% de PB (Tabela 1) e, como não houve diferença significativa na ingestão da MS entre os tratamentos avaliados (Tabela 2), também não houve diferença na ingestão de nitrogênio, que se manteve em torno de 34,41 g/dia por animal.

A excreção fecal de N foi maior ($P<0,01$) para as dietas com nível de volumoso de 40% em relação ao nível de 70% (médias de 11,98 e 9,90 g/dia, respectivamente). O N digerido em g/animal/dia não foi influenciado pelos tratamentos estudados (média de 23,47 g/dia), embora o N digerido como % do ingerido tenha sido maior ($P<0,01$) para a dieta com 70% de volumoso, em relação àquela com 40%, com médias de 71,17 e 65,27%, respectivamente.

A perda urinária de N foi 15,52 e 19,90 g/dia para as dietas com 40 e 70% de volumoso, respectivamente. Houve diferença significativa ($P<0,01$) entre os níveis de volumoso e a perda foi 22,5% menor para os animais que consumiram dieta mais concentrada. A retenção de N foi, em média, de 5,72 g/dia e de 16,60% do N ingerido e não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. Entretanto, a retenção de N, estimada como % do N digerido, foi maior ($P<0,03$) para as dietas com 40% de volumoso em relação àquelas com 70%, com médias de 31,11 e 18,19%, respectivamente. A fonte de carboidrato não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados do balanço de N.

Para avaliação do balanço de N deste experimento, é importante considerar a composição das rações (Tabela 1). As dietas com 40 e 70% de volumoso tinham degradabilidade da proteína 60 e 66%, respectivamente, representando na média uma diferença de 10% na degradabilidade. Esta diferença não pode ser atribuída somente à composição dos alimentos utilizados, mas também à maior utilização de uréia nas rações com maior nível de volumoso (Tabela 1). Este fator, aliado à maior quantidade de carboidratos prontamente disponíveis no rúmen (CNF, Tabela 2), pode ter proporcionado melhor utilização ruminal das fontes de proteína das rações com 40% de volumoso, fato confirmado mais adiante pelas concentrações e pelos fluxos plasmáticos de amônia e uréia (Tabela 4).

Os resultados deste experimento confirmam os obtidos por Reynolds et al. (1991), que avaliaram o efeito da relação

concentrado:volumoso sobre o balanço de nitrogênio em novilhas consumindo dietas com 75% de feno de alfafa ou 75% de concentrado. Esses autores observaram que, com ingestões de EM semelhantes em dietas com 75% de concentrado, ocorre menor digestibilidade e menor perda urinária de N.

Os resultados de fluxo plasmático portal, concentração portal e arterial, diferença venosa-arterial (V-A) e fluxo portal de glicose, N α -amino, amônia e uréia estão na Tabela 4. A utilização de diferentes fontes de carboidratos e proporções de volumosos na dieta não influenciaram ($P>0,05$) o fluxo plasmático portal, que foi em média de 128,4 L/h.

A concentração portal de glicose foi influenciada ($P<0,01$) pela fonte de carboidrato, com médias de 3,527 e 3,763 mM, para as rações com casca de soja e milho, respectivamente. As dietas com 40% de volumoso apresentaram maior ($P<0,01$) concentração portal de glicose (3,710 mM) em relação ao nível de 70% (3,580 mM). Mendes et al. (2002) não verificaram alterações séricas de glicose significativamente diferentes quando avaliaram substituições parciais do milho pelo farelo de gérmen de milho e pela casca de soja, embora as concentrações obtidas com os animais alimentados com gérmen de milho tenham sido aproximadamente 10% inferior às encontradas nos demais tratamentos.

Batajoo & Shaver (1994) verificaram que a menor concentração de CNF na dieta de vacas em lactação produz diminuição linear da concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) e do ácido propiônico, principal precursor da glicose em ruminantes. Neste experimento, as concentrações plasmáticas de glicose foram menores justamente nos tratamentos que resultaram em menores ingestões de CNF. López & Stumpf Jr. (2000), avaliando quatro níveis de sorgo em dietas para ovinos contendo de 38 a 82% de feno, observaram que a concentração de glicose para o nível de 0% de inclusão de sorgo (60,4 mg/dL) foi inferior aos demais tratamentos com 15, 30 e 45% de sorgo (72,3; 81,0; 80,5 mg/dL, respectivamente), indicando que a quantidade de CNF da dieta pode afetar a concentração sérica de glicose.

A produção de ácidos graxos voláteis no rúmen é um fator importante quando se comparam diferentes fontes de carboidratos e proporções diferentes de volumoso e concentrado por influenciar os níveis plasmáticos de glicose. A concentração AGVs totais aumentou e a de ácido propiônico diminuiu no fluido ruminal com o aumento na proporção de casca de soja em substituição ao milho na dieta de vacas em lactação (Ipharraguerre et al., 2002).

A quantidade de CNF, incluindo o amido que escapa da degradação ruminal, também é um fator importante na

Tabela 4 - Fluxo plasmático portal (FPP), concentrações portal e arterial, diferença venosa-arterial (V-A) e fluxo portal de glicose, N α -amino, amônia e uréiaTable 4 - Means of portal plasma flow (PPF), portal and arterial concentration, venous-arterial difference (V-A), and portal flux of glucose, α -amino N, ammonia, and urea

	40% de volumoso 40% forage		70% de volumoso 70% forage		CV (%)	Probabilidade Probability		
	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain	Casca de soja Soybean hulls	Milho em grão Corn grain		V F	C C	V*C F*C
FPP, L/h PPF, L/h	137,85	129,96	122,80	122,80	7,48	NS ¹	NS	NS
Glicose Glucose								
Concentração portal, mM Portal concentration, mM	3,574	3,846	3,480	3,680	1,87	0,008	0,001	NS
Concentração arterial, mM Arterial concentration, mM	3,565	3,735	3,424	3,533	2,24	0,005	0,013	NS
Diferença V-A, mM V-A difference, mM	0,009	0,111	0,056	0,147	111,80	NS	NS	NS
Fluxo portal, mM/h Portal flux, mM/h	-0,090	11,966	9,251	18,871	124,94	NS	NS	NS
N α-amino α -amino N								
Concentração portal, mM Portal concentration, mM	2,925	3,082	2,913	2,589	13,10	NS	NS	NS
Concentração arterial, mM Arterial concentration, mM	2,767	2,766	2,621	2,410	12,33	NS	NS	NS
Diferença V-A, mM V-A difference, mM	0,158	0,316	0,292	0,179	107,76	NS	NS	NS
Fluxo portal, mM/h Portal flux, mM/h	24,188	41,876	36,645	22,536	94,52	NS	NS	NS
Amônia Ammonia								
Concentração portal, mM Portal concentration, mM	0,664	0,557	0,872	0,918	10,34	0,001	NS	NS
Concentração arterial, mM Arterial concentration, mM	0,155	0,229	0,221	0,189	43,56	NS	NS	NS
Diferença V-A, mM V-A difference, mM	0,509	0,328	0,652	0,729	10,68	0,001	NS	0,005
Fluxo portal, mM/h Portal flux, mM/h	71,423	40,035	77,983	86,841	16,38	0,003	NS	0,012
Uréia Urea								
Concentração portal, mM Portal concentration, mM	4,060	3,858	4,407	4,698	8,58	0,017	NS	NS
Concentração arterial, mM Arterial concentration, mM	4,123	3,930	4,467	4,755	9,77	0,032	NS	NS
Diferença V-A, mM V-A difference, mM	-0,063	-0,072	-0,060	-0,057	107,76	NS	NS	NS
Fluxo portal, mM/h Portal flux, mM/h	-8,579	-8,739	-8,306	-9,858	94,52	NS	NS	NS

¹NS: Probabilidade não-significativa (P>0,05).

V = porcentagem de volumoso; C = fonte de carboidrato e V*C = interação.

¹ NS: not significant (P>0.05).

F = level of forage; C = carbohydrate source, F*C = interaction.

avaliação das concentrações plasmáticas de glicose. Utilizando dados de disponibilidade intestinal de CNF em vacas alimentadas com dietas formuladas com milho ou casca de soja, Mansfield & Stern (1994) sugeriram que mais glicose estaria disponível para a síntese de leite

quando há maior consumo de milho. Nosbush et al. (1996) verificaram que a concentração plasmática de glicose não foi afetada pela substituição completa do milho pela casca de soja em dietas com 30 e 60% desses alimentos na MS dietética.

As concentrações portal e arterial de N α -amino não foram alteradas ($P>0,05$) pela fonte de carboidrato e pela relação volumoso:concentrado, com médias de 2,877 e 2,640 mM, respectivamente. Em média, a diferença artério-venosa e o fluxo portal de aminoácidos neste experimento foram de 0,237 mM e 31,311 mM/h, respectivamente, e não houve efeito ($P>0,05$) das fontes de carboidratos e das proporções dietéticas de volumoso.

Os animais que receberam dietas com 40% de volumoso apresentaram menores concentrações portais de amônio no sangue ($P<0,01$). Neste experimento, a proporção de concentrado na dieta pode ter incidido diretamente na sincronização da liberação ruminal de nitrogênio e de energia por duas formas: a primeira, pela diferença na composição de carboidratos. As dietas com menor porcentagem de volumoso possuem maior teor de CNF (Tabela 2), que são mais prontamente disponíveis no rúmen, melhorando a utilização do nitrogênio. A segunda, mesmo que as dietas tenham sido isotprotéicas, a composição de proteínas nas duas foi diferente, de modo que aquelas com 70% de volumoso apresentaram também maiores teores de proteína degradável. A associação destas duas características pode ter ocasionado maior perda de nitrogênio nas dietas com maior proporção de volumoso e refletido na concentração portal de amônia. Ipharraguerre et al. (2002) verificaram aumento linear da concentração de amônia no rúmen com o aumento na inclusão de casca de soja na dieta de vacas em lactação.

A concentração arterial média de amônia neste trabalho foi de 0,198 mM e não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos estudados. A diferença nas concentrações portais de amônia não se refletiu na concentração arterial, pois o fígado é eficiente na remoção deste metabólito da corrente sanguínea. Em média, a diferença artério-venosa de amônia para as dietas com 40% de volumoso foi de 0,419 mM, sendo considerada melhor ($P<0,01$) que a média das dietas com 70% de volumoso (0,690 mM). Houve diferença significativa ($P<0,01$) no fluxo portal de amônia, em decorrência da proporção de volumoso na dieta com 55,729 mM/h para dietas com 40% de volumoso e 82,412 mM/h para aquelas com 70%. Ainda houve interação ($P<0,02$) nível de volumoso \times fonte de carboidrato para o fluxo portal de amônia.

Huntington (1989) comparou duas dietas, uma à base de feno de alfafa (162 g de N/dia) e a outra com 75% de concentrado, composta basicamente por milho (95 g de N/dia), em novilhos com ingestões similares de EM. A concentração portal de amônia foi diferente entre dietas compostas basicamente por feno de alfafa e por concentrado, com médias de 0,752 e 0,554 mM, respectivamente. Entretanto,

esse autor não verificou diferenças entre as concentrações arteriais deste metabólito (média foi de 0,309 mM).

A concentração portal de uréia foi menor ($P<0,02$) nos tratamentos com 40% de volumoso em relação àqueles com 70% (médias 3,959 e 4,553 mM, respectivamente). A concentração plasmática de uréia esteve intimamente relacionada às concentrações de amônia. O efeito observado na concentração plasmática portal de amônia foi constatado também na de uréia. A fonte de carboidrato não influenciou ($P>0,05$) a concentração portal de uréia.

A concentração arterial de uréia foi maior ($P<0,04$) nos tratamentos com 70% de volumoso que naqueles com 40% (médias de 4,611 e 4,026 mM, respectivamente). A diferença artério-venosa e o fluxo portal de uréia não foram alterados ($P>0,05$) pela fonte de carboidrato ou pela proporção de volumoso.

Pesquisando sobre os efeitos da proporção de volumoso na dieta, Huntington (1989) verificou que as concentrações portal e arterial de uréia foram diferentes, em média 10,50 e 10,41 mM para os animais recebendo 75% de feno de alfafa e 4,57 e 4,44 mM para os animais recebendo dieta com 25%, respectivamente. O fator determinante da diferença entre os tratamentos no trabalho de Huntington (1989) não foi simplesmente o tipo de proteína, mas a diferença na ingestão de PB que as dietas proporcionaram, o que não ocorreu neste experimento.

Conclusões

A substituição do milho pela casca de soja piorou a digestibilidade da MS e dos CNF e melhorou a digestibilidade da fração fibrosa, comportamento atribuído à composição química dos alimentos avaliados. O balanço de nitrogênio nas dietas com 40% de volumoso foi melhor que naquelas com 70% de volumoso, principalmente em decorrência da maior disponibilidade energética destas rações. A proporção de volumoso e a fonte de carboidratos não influenciaram o fluxo portal de glicose, N α -amino e uréia. Entretanto, o fluxo portal de amônia foi maior nas dietas com 70% de volumoso, refletindo o resultado obtido com o balanço de nitrogênio. Para melhor utilização do nitrogênio, o nível de 40% de volumoso é o mais recomendado para dietas de ovinos, pois não alterou os demais parâmetros estudados.

Literatura Citada

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1094p.

- BACH, A.; HUNTINGTON, G.B.; CALSAMIGLIA S. Nitrogen metabolism of early lactation cows fed diets with two different levels of protein and different amino acid profiles. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2585-2595, 2000.
- BATAJOO, K.K.; SHAVER, R.D. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1580-1588, 1994.
- BERGMAN, E.N.; WOLFF, J.E. Metabolism of volatile fatty acids by liver and portal drained viscera in sheep. **American Journal of Physiology**, v.221, p.586-592, 1971.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3523-3535, 1993.
- DHIMAN, T.R.; KLEINMANS, J.; TESSMANN, N.J. et al. Effect of dietary forage:grain ratio on blood constituents in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2691-2695, 1991.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 59p.
- FIRKINS, J.L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1426-1437, 1997.
- GOCHMAN, N.; SCHMITZ, J.M. Application of a new peroxide indicator reaction to the specific, automated determination of glucose with glucose oxidase. **Clinical Chemistry**, v.18, p.943-955, 1972.
- HUNTINGTON, G.B. Hepatic urea synthesis and site and rate of urea removal from blood of beef steers fed alfalfa hay or high concentrate diet. **Canadian Journal of Animal Science**, v.69, p.215-223, 1989.
- HUNTINGTON, G.B. Portal blood flow and net absorption of ammonia-nitrogen, urea-nitrogen, and glucose in nonlactating Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.65, p.1155-1162, 1982.
- IMLER, M.; FRICK, A.; STAHL, A. et al. Discontinuous and continuous determination of blood ammonia by an automatic dialysis technique. **Clinical Chemistry Acta**, v.37, p.245-249, 1972.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1052-1073, 2003.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; SHABI, Z.; CLARK, J.H. et al. Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2890-2904, 2002.
- KATZ, M.L.; BERGMAN, E.N. A method for simultaneous cannulation of the major splanchnic blood vessels of the sheep. **American Journal of the Veterinary Research**, v.30, p.655-661, 1969.
- KUNG JR., L.; RODE, L.M. Amino acid metabolism in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, p.167-172, 1996.
- LÓPEZ, J.; STUMPF JR., W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1183-1190, 2000.
- LUDEN, P.A.; CECAVA, M.J.; HENDRIX, K.S. The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2706-2711, 1995.
- 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.10700-1083, 1994.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. **Journal of Clinical Chemistry**, p.11, v.624-631, 1965.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.692-702, 2005.
- MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.475-483, 2002 (supl.).
- MURPHY, M.; KERLIND, M.; HOLTENIUS, K. Ruminal fermentation in lactating cows selected for milk fat content fed two forage to concentrate ratios with hay or silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.756-764, 2000.
- NAKAMURA, T.; OWEN, F.G. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.988-994, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- NOSBUSH, B.B.; LINN, J.G.; EISENBEISZ, W.A. et al. Effect of concentrate source and amount in diets on plasma hormone concentrations of prepubertal heifers. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1400-1409, 1996.
- PALMER, D.W.; PETERS JR., T. Automated determination of free amino groups in serum and plasma using 2,4,6-trinitrobenzene sulfonate. **Clinical Chemistry**, v.15, p.891-901, 1969.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.261-269, 2001.
- REYNOLDS, C.K.; TYRRELL, H.F.; REYNOLDS, P.J. Effects of forage-to-concentrate and intake on energy metabolism in growing beef heifers: whole body energy and nitrogen balance and visceral heat production. **Journal of Nutrition**, v.121, p.994-1003, 1991.
- SIEVERT, S.J.; SHAVER, R.D. Carbohydrate and *Aspergillus oryzae* effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.245-254, 1993.
- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1258-1268, 2002.
- STOKES, S.R.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Impact of carbohydrate and protein levels on bacterial metabolism in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.860-870, 1991.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

Recebido: 30/11/04
Aprovado: 25/09/06