

NIVEA REGINA DE OLIVEIRA FELISBERTO

**DIGESTIBILIDADE TOTAL E PARCIAL E FLUXO DE
NUTRIENTES EM CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM
DIFERENTES FONTES PROTÉICAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F315
2007

Felisberto, Nivea Regina de Oliveira, 1980-
Digestibilidade total e parcial e fluxo de nutrientes em
cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes
protéicas / Nivea Regina de Oliveira Felisberto. – Viçosa,
MG, 2007.

xii, 69f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cabra - Alimentação. 2. Proteínas na nutrição animal.
3. Cabra - Nutrição. 4. Rúmen - Fermentação. I. Universi-
dade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.390852

NIVEA REGINA DE OLIVEIRA FELISBERTO

**DIGESTIBILIDADE TOTAL E PARCIAL E FLUXO DE
NUTRIENTES EM CABRAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM
DIFERENTES FONTES PROTÉICAS**

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

Aprovada: 20 de março de 2007

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Co-Orientador)

Prof^ª. Maria Ignez Leão
(Co-Orientadora)

Prof. Augusto César de Queiroz

Dr. Marco Aurélio D. Bomfim

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Orientador)

A Deus, pela oportunidade de “voltar” e poder trabalhar em Seu nome, por fazer de minha vida um aprendizado tranquilo e cheio de amor e, principalmente, por sempre estar comigo e ser meu companheiro mais fiel.

Aos meus amados pais, Arthur e Leonil, exemplos de vida, fé e perseverança, por me acompanharem em todos os momentos e por sempre fazerem das minhas metas as metas deles.

Aos meus amados irmãos e também “pais”, Deyse e Fernando, por todo o cuidado e apoio, pela paciência e cumplicidade e pelo conselho.

Dedico essa dissertação aos meus familiares que sempre compreenderam minhas ausências, meus anseios e meus momentos de mau-humor e que, ao oferecerem todo o suporte que precisei, me fizeram compreender o verdadeiro sentido da palavra AMOR...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Marcelo Teixeira Rodrigues, por todo o conhecimento transmitido, pela paciência durante meu processo de aprendizado e, acima de tudo, pelo companheirismo e pela amizade.

À Professora Maria Ignez Leão, com quem sempre pude contar, agradeço por todo apoio, pelo companheirismo e pela amizade. Junto à Ignez, não posso deixar de agradecer seu parceiro Joélcio, pela paciência e pela boa vontade nas coletas.

Ao Marco Bomfim, pesquisador-chefe deste projeto, agradeço pela confiança, paciência e por toda valiosa contribuição.

Aos professores Paulo Cecon e Augusto César de Queiroz, por toda a colaboração.

A todos aqueles que lá de São Paulo torceram pelo sucesso deste trabalho, Tia Regina, Vó Helena, Tia Lucila, Tio Eurico, Margarida, Tia Bina, Marcos, Cristiano, Rita, Mari-ana, Viviane, Nardir, Carlos, Milda, Branco, João, Luzia, Família Knebl, e a todos os que não citei, meu MUITO OBRIGADA!

Ao Rogério e à Gabriela, meus queridos “irmãos” de Viçosa, com quem pude contar em todas as horas e passar momentos divertidíssimos, meus agradecimentos pois ao animarem essa caminhada fizeram dela algo muito mais prazeroso...Adoro vocês!!!

Ao Márcio e à Stefanie, sempre muito companheiros, que também tornaram minha estada em Viçosa algo mais prazeroso e divertido.

À Márcia Cândido, pelos conselhos, pela orientação, boa vontade e amizade.

Aos meus estagiários, Timótheo, Simone, Sueli e Paula, cuja participação foi fundamental para realização deste trabalho. Valeu moçadinha!

Aos funcionários do capril: Sr. Zé Maria, João, Arlindo, Ronaldinho, Sr. Manoel, Sr. Antônio, Paulo, Zé Maria, Cláudio e Corujinha, pela boa vontade e pelo auxílio em tudo que precisei.

Às companheiras de república, Bruna, Romina, Joyce, Fernanda, Milene e Danielle, pela paciência e pelo companheirismo; e principalmente à Juscelita por todo o cuidado e carinho ao cuidar de mim.

Ao Tiago, pessoa por quem esperava há muito tempo, e que com carinho está me ensinando a cada vez mais aproveitar a vida e ser feliz.

Aos colegas de pós-graduação, pelo convívio e pelos bons momentos no laboratório.

À Celeste, que sempre me recebeu com um sorriso no rosto e mostrou boa vontade e paciência para resolver todos os problemas.

Ao pessoal do laboratório: Vera, Valdir, Mário, Monteiro e, em especial, ao Fernando e Wellington, por me ajudarem sempre em tudo que precisei.

À Corn Products do Brasil (Lauro Lucchesi) e à Rações Total, pelo fornecimento dos produtos para realização deste trabalho.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Nivea Regina de Oliveira Felisberto, filha de Arthur Carlos Felisberto e Leonil de Oliveira Felisberto, nasceu em São Paulo, SP, em 2 de novembro de 1980.

Em 2000, iniciou o curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, em Botucatu, SP, e graduou-se em 2004.

Em 2005, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
Introdução Geral.....	1
Revisão Bibliográfica.....	3
Literatura Citada.....	7
Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes protéicas.....	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	27
Literatura Citada.....	28
Efeito de diferentes fontes protéicas sobre as características digestivas, a eficiência microbiana e o fluxo de nutrientes em cabras leiteiras.....	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	42
Conclusões.....	47
Literatura Citada.....	48
Apêndice.....	50
Apêndice A.....	50
Apêndice B.....	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

1	Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais.....	13
2	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	14
3	Composição bromatológica das dietas experimentais.....	15
4	Consumo de matéria seca e de nutrientes por cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferente fontes de proteína.....	20
5	Digestibilidade aparente total da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	22
6	Digestibilidade ruminal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	24
7	Digestibilidade intestinal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	25
8	Consumo, excreções, balanço e retenção de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	26

CAPÍTULO 2

1	Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais.....	34
2	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	35
3	Composição bromatológica das dietas experimentais.....	36
4	Fluxo de matéria seca e nutrientes no omaso de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	42
5	Fluxo de matéria seca e de nutrientes para o omaso, em porcentagem da matéria seca consumida (%CMS).....	43
6	Produção, fluxo e eficiência de produção de proteína microbiana, com base no fluxo de matéria seca omasal, em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	44
7	Peso, conteúdo e massa ruminal (médias) de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína.....	45
8	Parâmetros ruminais de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes protéicas.....	45

APÊNDICE A

1A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T1 = dieta contendo farelo de soja; T2 = dieta contendo soja em grão tostada; T3 = dieta contendo farelo de glúten de milho e T4 = dieta contendo torta de algodão) e valores referentes ao peso vivo (PV) e ao consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de unidade de tamanho metabólico (CMSUTM).....	50
2A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.dia ⁻¹ , aos consumos de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) e ao consumo de energia líquida (CEL), em mcal.dia ⁻¹	51
3A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade total da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos não-fibrosos (DCNF).....	52
4A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade total da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos não-fibrosos (DCNF).....	53
5A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS), da matéria orgânica (DRMO), da fibra em detergente neutro (DRFDN) e da proteína bruta (DRPB).....	54
6A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade ruminal do extrato etéreo (DREE), dos carboidratos não-fibrosos (DRCNF) e dos carboidratos totais (DRCT).....	55
7A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d ⁻¹ , ao consumo de nitrogênio (CN), ao nitrogênio excretado nas fezes (NF), ao nitrogênio metabólico fecal (NMF) e ao nitrogênio indigerível nas fezes (NIF).....	56
8A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d ⁻¹ , ao nitrogênio excretado na urina (NU), ao nitrogênio urinário endógeno (NUE), ao nitrogênio urinário exógeno (NUEx) e ao balanço de nitrogênio (BN).....	57
9A	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à proteína verdadeiramente digerida (PVD), em g.d ⁻¹ , valor biológico real (VBR) e relação entre nitrogênio urinário exógeno e proteína verdadeiramente digerida (NUEx/PVD), em porcentagem.....	58

APÊNDICE B

1B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, do conteúdo ruminal sólido (SOL), líquido (LIQ), total, matéria seca ruminal (MSR) e matéria orgânica ruminal (MOR).....	59
2B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, da proteína bruta ruminal (PBR), do extrato etéreo ruminal (EER), da fibra em detergente neutro ruminal (FDNR), dos carboidratos não-fibrosos ruminais (CNFR) e dos carboidratos totais ruminais (CTR).....	60
3B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à taxa de passagem (kp), em $\% \cdot h^{-1}$, aos fluxos, em kg/dia, de matéria seca (FMS), matéria orgânica (FMO), fibra em detergente neutro (FFDN) e proteína bruta (FPB) para o omaso.....	61
4B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em kg/dia, de extrato etéreo (FEE), carboidratos não-fibrosos (FCNF) e carboidratos totais (FCT) para o omaso.....	62
5B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de matéria seca (FPMS), de matéria orgânica (FPMO), fibra em detergente neutro (FPPDN) e proteína bruta (FPPB) chegando ao omaso.....	63
6B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de extrato etéreo (FPPE), carboidratos não-fibrosos (FPCNF) e carboidratos solúveis totais (FPCT) chegando ao omaso.....	64
7B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao pH nos tempos de coleta após alimentação da manhã (0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas).....	65
8B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao pH nos tempos de coleta após alimentação da manhã (12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas).....	66
9B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à amônia ruminal (NH_3) nos tempos de coleta após alimentação da manhã (0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas).....	67
10B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à amônia ruminal (NH_3) nos tempos de coleta após alimentação da manhã (12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas).....	68
11B	Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g/dia, ao fluxo de proteína bruta microbiana (FPMic) e à eficiência de síntese microbiana, em g de proteína microbiana por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (PMicMODR), em g de proteína microbiana de carboidratos totais degradados no rúmen (PMicCTDR) e em g de nitrogênio por kg de NDT consumido (PMicNDT).....	69

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

1	Digestibilidades ruminais e intestinais da FDN e PB, determinadas com base na digestibilidade total.....	25
---	--	----

CAPÍTULO 2

1	Equipamentos e materiais utilizados na coleta de omaso: a) tubo coletor; b) kitassato; c) bomba de vácuo.....	39
2	Efeito das dietas contendo diferentes fontes protéicas sobre a concentração de amônia ruminal, expressa em mg/dL.....	46
3	Efeito das dietas contendo diferentes fontes protéicas sobre o comportamento do pH ruminal.....	47

RESUMO

FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Março de 2007. **Digestibilidade total e parcial e fluxo de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes protéicas.** Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-orientadores: Maria Ignez Leão e Paulo Roberto Cecon.

Objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito do uso de fontes protéicas apresentando diferentes graus de resistência à degradação ruminal sobre o consumo, digestibilidade total e parcial, balanço de compostos nitrogenados, fluxo de nutrientes para o omaso, produção e eficiência microbiana e características ruminais. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, duplicado. Foram utilizadas quatro dietas com diferentes fontes de proteína: farelo de soja (FS), soja grão tostada (SGT), farelo de glúten de milho (FGM) e torta de algodão (TA). As rações contendo FS, SGT, FGM e TA como fontes principais de proteína não influenciaram o consumo, a digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes. Houve redução da digestibilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e dos carboidratos não-fibrosos com o uso das rações contendo SGT, FGM e TA. Os valores biológicos e a digestibilidade total das dietas contendo diferentes fontes de proteína foram semelhantes, independente do perfil da degradação ruminal. As rações com diferentes fontes protéicas não apresentaram diferença na quantidade de proteína presente no rúmen, porém as rações contendo SGT, FGM e TA promoveram um maior fluxo de matéria seca, de proteína e de carboidratos não-fibrosos para o omaso. Maiores valores para a concentração de nitrogênio amoniacal foram obtidos com a ração contendo farelo de soja como principal fonte principal de proteína. Na avaliação de pH foram obtidos maiores valores para as rações contendo SGT e TA. Não houve diferença entre as rações com diferentes fontes de proteína quanto à cinética de trânsito. As rações contendo SGT, FGM e TA como principais fontes protéicas apresentam menor degradabilidade ruminal comparativamente ao FS, no entanto as mesmas não diferem entre si, quanto sua disponibilidade e aproveitamento pelos animais. O uso destas fontes de proteína de menor degradabilidade ruminal promovem aumento no fluxo de nutrientes para o omaso e alteram parâmetros digestivos (como nitrogênio amoniacal e pH), sem comprometer a produção e eficiência microbiana, podendo ser utilizadas na alimentação de cabras

leiteiras, o que garante o seu uso com eficiência similar à rações utilizando fontes protéicas com maior degradabilidade.

ABSTRACT

FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2007. **Total and partial digestibility and fluxes of nutrients in dairy goats fed with different sources of proteins.** Adviser: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-advisers: Maria Ignez Leão and Paulo Roberto Cecon.

Diets formulated with protein sources presenting different resistance to ruminal degradation were compared by evaluating intake, total and partial digestibility, nitrogen balance, fluxes of nutrients to omasum, production and microbial efficiency and ruminal parameters in goats. Eight rumen cannulated non-lactating, non-pregnant goats were distributed in a 4 x 4 Latin square design with two repeats. Treatments consisted of four diets where different source of plant protein account for the major protein source named soybean meal (SM), roasted soybean (RS), corn gluten meal (CGM), and cottonseed cake (CC). No difference was found as both intake and apparent digestibility of dry matter and nutrients were compared among diets. Reduction of ruminal digestibility for dry matter, crude protein and non fiber carbohydrates by using ration with RS, CGM and CC. Biological values and true digestibility for diets were similar. Amount of rumen protein were similar among rations, however fluxes of dry matter, protein and non fiber carbohydrate to omasum were higher for rations using roasted soybean, corn gluten meal and cottonseed cake. Ammonia nitrogen concentration was higher for ration with soybean meal as major protein source. Values of pH higher values were obtained for rations with RS and CC. Regarding kinetic of transit similar values were found among rations. Rations containing RS, CGM and CC as major protein source presented degradability smaller than diet using soybean meal as the major source of protein, but no difference among rations were found as availability and use by animals were compared. Diets with protein sources presenting reduced ruminal degradation do not compromised the bacterial growth, increasing flux of nutrients to omasum. Although pH and rumen ammonia are altered no compromise is observed in both production and microbial efficiency as those sources are used for dairy goats, which grant their use with similar efficiency to rations using source of more degradable protein.

Introdução Geral

A importância da espécie caprina como fonte produtora de carne e leite têm sido amplamente discutida e documentada (Boyazoglu & Morand-Fehr, 2001; Haenlein, 1992, 2001; Morand-Fehr & Boyazoglu, 1999). Essa importância pode ser uma das razões para o aumento (55%) no número de animais do rebanho caprino e na quantidade de leite (58%) produzida mundialmente por esta espécie, principalmente nos últimos 20 anos (FAO, 2001).

O leite caprino difere do leite de vaca e do leite humano por ter maior digestibilidade, alcalinidade, poder tampão e determinado valor terapêutico na medicina e nutrição humana (Park & Chukwu, 1989; Park, 1994), constituindo-se uma alternativa alimentar principalmente para pessoas intolerantes e alérgicas ao leite de vaca.

Em relatos da literatura especializada, estima-se que mais de 40% dos pacientes alérgicos ao leite de vaca toleram o leite de cabra. Em dados reportados, alguns casos de enteropatia crônica foram curados com o uso de leite de cabra (Park, 1994).

A relação entre o polimorfismo e o perfil das proteínas do leite, bem como sua composição e suas propriedades tecnológicas, tem sido amplamente estudada nos leites bovino (Jakob & Puhon, 1992) e caprino (Law & Tziboula, 1992). Como sua concentração e seu perfil protéico parecem ser afetados por características da fonte protéica dietética, estudos sobre sua disponibilidade e forma de utilização nos processos digestivos animais são necessários.

Animais ruminantes, diferentemente dos monogástricos, não incorporam de forma eficiente os aminoácidos dos alimentos diretamente no leite, uma vez que esses aminoácidos sofrem ação de microrganismos ruminais. Os microrganismos presentes na região pré-gástrica promovem a hidrólise de proteínas da dieta para obtenção de aminoácidos que serão utilizados em sua própria constituição. Desse modo, proteínas ricas em aminoácidos essenciais poderão ser hidrolisadas para formação de amônia, necessária à construção da proteína microbiana.

O uso de dietas contendo fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal é uma estratégia para obter maior concentração de proteína no leite. A fração protéica que escapa à degradação microbiana pode suplementar a proteína de origem microbiana que chega ao duodeno e aumentar a concentração de aminoácidos disponíveis no intestino para serem absorvidos (Santos & Huber, 1996).

Em cabras leiteiras, é possível que o uso de fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal aumente a concentração de proteína láctea, altere o perfil de caseínas e o rendimento em subprodutos do leite (Sampelayo et al., 1998). A alteração no perfil de caseínas pode incluir a redução na proporção de α_s1 caseína e o aumento no percentual de β caseína, contribuindo para fortalecer o potencial anti-alergênico ao leite de cabra.

Várias fontes de proteínas estão disponíveis no mercado como alternativas viáveis para substituição ao farelo de soja, principal fonte protéica utilizada em ruminantes no Brasil. A proteína do farelo de soja apresenta grande concentração em proteínas solúveis, o que a torna facilmente hidrolisável no ambiente ruminal. O uso de outras fontes protéicas com perfis de frações protéicas diferentes, com maior resistência à hidrólise microbiana, constitui opção de interesse no campo da nutrição, pois aumenta o número de alternativas disponíveis para atender à demanda de proteína metabolizável dos animais e otimizar o metabolismo energético e protéico no rúmen, o que nem sempre será obtido com farelo de soja.

Conhecer, portanto, as respostas dos animais à alteração de fontes protéicas na dieta é de grande interesse na construção de sistemas de predição e de simulação da resposta animal, à semelhança dos modelos mecanicistas desenvolvidos pela equipe responsável pelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), e que ainda não foram desenvolvidos para a espécie caprina, em razão da carência de informações.

Nesse contexto, especula-se que a variação na cinética de degradação de componentes protéicos dos alimentos não promove mudanças na degradação de nutrientes fibrosos e não-fibrosos no ambiente ruminal e que o uso de fontes de protéicas de reduzida degradação ruminal não compromete a degradação e garante quantidade suficiente de energia e proteína metabolizável aos animais.

Objetivou-se com este trabalho avaliar dietas contendo fontes protéicas de diferentes perfis de degradação. Foram avaliados o consumo, as digestibilidades aparentes totais e parciais da matéria seca e dos nutrientes, as variações em pH e nitrogênio amoniacal, o balanço de nitrogênio e a produção e eficiência microbiana em cabras leiteiras.

Revisão Bibliográfica

O leite caprino difere do leite de vaca e do leite humano por ter maior digestibilidade, alcalinidade, poder tampão e valores terapêuticos na medicina e nutrição humana (Park & Chukwu, 1989; Park, 1994), constituindo uma alternativa alimentar, principalmente para pessoas intolerantes e alérgicas ao leite de vaca. Dos pacientes alérgicos ao leite de vaca, 40 a 100% toleram o leite de cabra e alguns casos de cura de enteropatia crônica têm sido atribuídos ao uso do leite de cabra (Park, 1994).

A relação entre o polimorfismo das proteínas, a formação de seu perfil, sua composição e suas propriedades tecnológicas no leite têm sido amplamente estudada nos leites bovino (Jakob & Puhán, 1992) e caprino (Law and Tziboula, 1992). Contudo, uma vez que o aumento na qualidade do leite por meio de seleção animal demanda muito tempo, pesquisadores têm apontado a manipulação alimentar como forma de obtenção de resultados em menor tempo (Murphy, 1995).

Os ruminantes, diferentemente dos monogástricos, não podem incorporar proteínas no leite de forma direta, pois essas proteínas estão sujeitas à ação de microrganismos ruminais, que promovem a desaminação de proteínas provenientes da dieta para formação de aminoácidos que serão utilizados em sua própria constituição.

O conhecimento sobre o consumo de alimentos pelos animais é essencial para a nutrição, pois determina a quantidade de nutrientes ingeridos e, indiretamente, a resposta animal (Van Soest, 1994). Entretanto, o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, obtido por meio de estudos de digestão, não é menos importante. Segundo Coelho da Silva & Leão (1979), a digestibilidade é característica do alimento e pode expressar sua disponibilidade de utilização pelo animal.

Santos et al. (1998) descreveram que, a partir do surgimento do modelo de proteína absorvida do NRC (1985), deu-se início ao uso do conceito de proteína degradável no rúmen (PDR) e da proteína não-degradável no rúmen (PNDR), necessárias para suprir os requerimentos de proteína absorvida. Desde o surgimento deste método, muitos trabalhos têm sido conduzidos para determinar a proporção de PDR e PNDR na suplementação protéica com o intuito de otimizar o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado e melhorar a produção de leite.

Modelos com abordagem mecanicista, como o do The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), descrito por Russell et al. (1992) e Sniffen et al. (1992), aumentaram o número de frações dos componentes nutricionais proteína e carboidratos

e foram desenvolvidos com o objetivo de otimizar a sincronização no uso do carbono, do nitrogênio e da energia a ser disponibilizada no rúmen. Assim, é possível estimar o desempenho microbiano e reduzir as perdas nitrogenadas e a emissão de metano. Neste sistema, o nitrogênio total dos alimentos é dividido em cinco frações: A - nitrogênio não-protéico (NNP); B1 - proteína solúvel em tampão; B2 - proteína insolúvel em tampão, mas solúvel em detergente neutro; B3 - proteína insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido; e C - proteína insolúvel em detergente ácido.

Uma vez que a proteína dietética pode sofrer diferentes graus de degradação no rúmen, podem ocorrer casos de interesse na intervenção dessa degradação, o que permitindo que esta proteína, quando de alta qualidade, chegue ao abomaso e ao intestino para ser digerida pelo ruminante. Neste caso, as exigências em compostos nitrogenados dos microrganismos devem ser atendidas por outras fontes.

Segundo o NRC (1996), a maior parte da proteína que chega ao intestino delgado é de origem microbiana e de alimentos não degradados no rúmen. Portanto, segundo Soto-Navarro (2006), em condições de alta exigência em aminoácidos, como no caso de animais em crescimento e de animais com alta produção de leite, a quantidade de proteína de origem microbiana pode não suprir as necessidades do animal ruminante.

O NRC (1985) recomenda, para casos semelhantes, a inclusão de fontes lentamente degradáveis no rúmen com o objetivo de aumentar o fluxo de nutrientes para o intestino delgado, no entanto, essas fontes não devem afetar a produção de proteína microbiana. A fração protéica que escapa à degradação microbiana pode suplementar a proteína de origem microbiana que chega ao duodeno e, conseqüentemente, aumentar a concentração de proteína no leite (Santos & Huber, 1996).

Santos et al. (1998), analisando dados de diversos trabalhos sobre o uso e aproveitamento de fonte de proteína não-degradável no rúmen por animais leiteiros, verificaram aumento na produção de leite em 17% dos 88 trabalhos revisados, nos quais houve substituição do farelo de soja por soja grão tostada, soja tratada quimicamente, glúten de milho, farinha de sangue, de peixe, entre outros.

Considerando que a degradação protéica no rúmen está relacionada, pelo menos parcialmente, à solubilidade (Ahar & Schingoethe, 1979), o uso de proteína de menor solubilidade pode aumentar a quantidade de proteína disponível para a digestão e absorção no intestino delgado, o que tem permitido maiores produções de leite.

Segundo Ahrar & Schingoethe (1979), alimentos protéicos de alta qualidade podem ser utilizados de forma mais eficiente por animais leiteiros para o aumento da produção, caso fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal sejam indisponibilizadas aos microrganismos ruminais, no entanto, o consumo dessas fontes protéicas não limita sua utilização no baixo trato digestório. A proteção da proteína pode ser obtida basicamente por duas formas, uma delas consiste em evitar que a proteína passe pelo rúmen, fazendo uso da goteira esofágica; a outra é por meio do processamento térmico ou químico das fontes protéicas com o objetivo de aumentar sua resistência à hidrólise ruminal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Em cabras leiteiras, é possível que o uso de fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal aumente a concentração de proteína Láctea e altere o perfil de caseínas e o rendimento em subprodutos do leite (Sampelayo et al., 1998). A alteração no perfil de caseínas pode aumentar o percentual de β caseínas, reduzindo a proporção de α_{s1} caseínas e, conseqüentemente, aumentar o potencial anti-alergênico do leite de cabra.

As fontes de proteína variam em degradação ruminal e composição de aminoácidos. Segundo Preston, citado por Soto-Navarro (2006), as concentrações médias de PNDR na farinha de sangue, no glúten de milho, na farinha de peixe, na farinha de penas, no farelo de algodão e no farelo de soja correspondem a 80, 60, 75, 60, 39 e 36% do conteúdo total de proteína bruta.

Em comparação ao farelo de soja, a farinha de peixe é considerada pelo NRC (1985) uma fonte protéica de baixa degradabilidade ruminal. Contudo, por razões sanitárias, está proibido no Brasil o uso de subprodutos de origem animal na alimentação de ruminantes. Portanto, mantém-se o desafio de se obter fontes de origem vegetal com boa composição de aminoácidos, como a soja e os produtos de origem animal.

Segundo o NRC (2001) o farelo de glúten de milho possui 91,4% de matéria seca (MS), 66,3% de proteína bruta (PB), 8,9% de fibra em detergente neutro (FDN), 89% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 3,22 mcal/kg MS de energia metabolizável (EM) e 59% de proteína não-degradável no rúmen (PNDR), o que torna esse alimento boa alternativa na alimentação de animais em alta produção, os quais necessitam de fonte adicional de proteína que chegue ao intestino delgado.

A soja em grão tostada é considerada ótima fonte de alimento protéico e contém 20% de extrato etéreo e 42% de proteína bruta; desse total de proteína, 40 a 60% são compostos de PNDR (Knapp et al., 1991).

A torta de algodão é um subproduto resultante da extração do óleo contido na amêndoa mediante o processamento físico de prensagem mecânica. Segundo Arieli (1998), o processamento térmico do algodão pode aumentar a proporção de PNDR e diminuir a quantidade de gossipol livre, cuja recomendação é de até 15% na dieta.

Em revisão, Santos et al. (1998) verificaram grande quantidade de trabalhos sobre o efeito do uso de fontes de PNDR na produção de leite. Entretanto, na literatura são escassos os trabalhos sobre os efeitos destas fontes sobre a cinética e os parâmetros ruminais e a eficiência e produção de proteína microbiana, especialmente na espécie caprina.

Mediante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as fontes de proteína da dieta sobre o consumo, a digestibilidade aparente total e parcial da matéria seca e dos nutrientes, os parâmetros ruminais de pH e nitrogênio amoniacal, o balanço de nitrogênio e a produção e eficiência microbiana.

Literatura Citada

- AHRAR, M.; SCHINGOETHE, D.J. Heat-treated soybean meal as a protein supplement for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.62, p.932-940, 1979.
- ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.97-110, 1998.
- BOYAZOGLU, J., MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. **Small Ruminant Research** v.40, p.1-11, 2001.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livrocere, 1979. 384 p.
- FAO. Production Yearbook 1999. **Food & Agriculture Organization of the United Nations**, Statistical Series, v.53, n.156, p.251. 2001.
- HAENLEIN, G.F.W. Past, present, and future perspectives of small ruminant research. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2097-2115, 2001.
- HAENLEIN, G.F.W. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 5, 1992, New Delhi, India. **Proceedings...**New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research Publishers, 1992, v.2, p.575-580.
- JAKOB, E.; PUHAN, Z. Technological properties of milk as influenced by genetic polymorphism of milk proteins: A review. **International Dairy Journal**, v.2, p.157-178, 1992.
- KNAPP, D.M.; GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. the response of lactating dairy cows to increasing levels of whole roasted soybeans. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2563-2572, 1991.
- LAW, A.J.R.; TZIBOULA, A. Quantitative fractionation of caprine casein by cation-exchange FPLC. **Milchwissenschaft** 47, p.558-562, 1992.
- MORAND-FEHR, P.; BOYAZOGLU, J. Present state and future outlook of the small ruminant sector. **Small Ruminant Research**, v.34, p.175-188, 1999.
- MURPHY, J.J. Modification of bovine milk fat and protein by nutritional means. In: ANNUAL MEETING EAAP, 46, 1995, Prague, Wageningen. **Proceedings...** Prague, Wageningen, 1995, p.44.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7ed. Washington: National Academic Press, 1996, 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington: National Academic Press, 2001, 387p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Ruminant Nitrogen Usage. Washington: National Academic Press, 1985.
- PARK, Y.W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v.14, p.151-161, 1994.
- PARK, Y.W.; CHUKWU, H.I. Trace mineral concentrations in goat milk from French-Alpine and Anglo-Nubian breeds during the first 5 months of lactation. **Journal of Food Composition And Analysis**, v.2, p.161-169, 1989.

- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SAMPELAYO, M.R.; AMIGO, L.; ARES, J.L. et al. The use of diets with different protein sources in lactating goats: Composition of milk and its suitability for cheese production. **Small Ruminant Research**, v.31, p.37-43, 1998.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SANTOS, F.P.; HUBER, J.T. Quality of bypass protein fed to high-producing cow is important. **Feedstuffs**, p. 12-15, 1996.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETSCH, A.L.; SAHLU, T. et al. Effects of level and source of supplemental protein in a concentrate-based diet on sites of digestion and small intestinal amino acid disappearance in Boer×Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v.65, p.85-100, 2006.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes protéicas

RESUMO – Avaliou-se o uso de diferentes fontes protéicas na dieta de cabras leiteiras sobre o consumo, as digestibilidades total, ruminal e intestinal e o balanço de compostos nitrogenados. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, com duas repetições. As dietas experimentais foram compostas por diferentes fontes de proteína: farelo de soja (FS), soja grão tostada (SGT), farelo de glúten de milho (FGM) e torta de algodão (TA). As rações contendo diferentes fontes protéicas não apresentaram diferença no consumo, na digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes. Houve redução da digestibilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e carboidratos não-fibrosos com o uso das rações contendo SGT, FGM e TA. Os valores biológicos e de digestibilidade totais das dietas foram semelhantes, independente do perfil da degradação ruminal. Portanto, as rações contendo diferentes fontes protéicas não diferem entre si, quanto sua disponibilidade e aproveitamento de proteína e nutrientes pelos animais.

Palavras-chave: caprinos, degradação ruminal, glúten de milho, proteínas, soja tostada, torta de algodão

Intake, digestibility of nutrients and nitrogen balance of different sources of plant protein in dairy goat diets

ABSTRACT – Diets formulated with protein sources presenting different resistance to ruminal degradation were compared by evaluating intake, total and partial digestibility and nitrogen balance in goats. Eight rumen cannulated non-lactating, non-pregnant goats were distributed in a 4 x 4 Latin square design with two repeats. Treatments consisted of four diets where different source of plant protein account for the major protein source named soybean meal, roasted soybean, cottonseed cake, and corn gluten meal. No difference was found among rations as both intake and apparent digestibility of dry matter and nutrients were compared. Reduction of ruminal digestibility for dry matter, crude protein and non fiber carbohydrates occurred as roasted soybean, corn gluten meal and cottonseed cake were fed. Conversely biological values and true digestibility for diets were similar. It is concluded that availability of protein and nutrients are similar among diets containing sources of proteins presenting variable degree of resistance to microbial rumen degradation.

Keywords: corn gluten meal, cottonseed cake, goats, protein, roasted soybean, ruminal degradation

Introdução

A quantidade de nutrientes disponíveis ao animal é determinada basicamente por dois fatores: o consumo de alimentos e a disponibilidade de seus nutrientes, determinada no cálculo da digestibilidade (Van Soest, 1994).

O consumo de alimentos protéicos é necessário para atender às exigências em compostos nitrogenados, tanto dos microrganismos do rúmen quanto do animal ruminante. A quantidade, assim como a qualidade das fontes nitrogenadas disponíveis aos animais, depende de sua utilização pelos microrganismos, uma vez que a maior parte dos aminoácidos disponíveis aos ruminantes é de origem microbiana. No entanto, para animais de maior potencial produtivo, existe a possibilidade de os aminoácidos de origem microbiana que chegam ao abomaso e intestino delgado não serem suficientes para suprir as necessidades do animal ruminante.

Em ruminantes, a utilização de alimentos ricos em proteína de fácil degradação no ambiente ruminal, como o farelo de soja, e que apresentam perfil aminoacídico de alto valor pode ser comprometida pelo rápido processo de transformação deste em amônia no ambiente ruminal. Segundo Ahrar & Schingoethe (1979), alimentos com proteínas de alta qualidade podem ser utilizados mais eficientemente por animais leiteiros caso grande porção desta proteína sofra algum tipo de processamento que resulte em sua proteção contra a ação microbiana no rúmen mantendo-a disponível apenas para digestão no trato gastrodigestório posterior.

Fontes protéicas de origem animal, como a farinha de peixe, apresentam reduzida capacidade de degradação no ambiente ruminal e são consideradas excelentes fontes de proteína não-degradável e com grande concentração em aminoácidos essenciais. Durante anos, consistiu em uma das opções mais utilizadas por fornecer este tipo de proteína na alimentação de ruminantes. No entanto, por questões sanitárias, seu uso foi proibido no Brasil e no exterior, o que torna necessário o estudo sobre fontes vegetais que proporcionem esse efeito com qualidade semelhante à da proteína de origem animal.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de proteína sobre o consumo, a digestibilidade aparente total e parcial dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em cabras leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada em Viçosa, MG, no período de 18 de março a 12 de junho de 2006. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

Foram avaliadas quatro dietas isoprotéicas (18% de PB), utilizando diferentes fontes protéicas. As fontes principais de proteína em cada dieta foram: farelo de soja (*Glycine max* L.), soja em grão tostada (*Glycine max* L.), farelo de glúten de milho (Glutenose 60%PB) e torta de algodão (*Gossypium hirsutum*). Utilizaram-se oito cabras das raças Alpina e Saanen, com peso médio de 51 kg, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em um delineamento quadrado latino balanceado 4×4 com duas repetições.

As cabras foram vacinadas contra tétano e posteriormente foram fistuladas no rúmen para fixação de cânulas medindo 2,5". Após um período de 7 a 10 dias, procedeu-se à substituição das cânulas por outras de 3" para manipulação manual da região do rúmen. Anteriormente ao início do período experimental, os animais foram identificados e medicados contra endo e ectoparasitas. Durante todo o período experimental, os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 2 m² com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais, adaptadas para coleta total de fezes e urina. Apenas nos períodos de adaptação às dietas experimentais, permitiu-se diariamente o acesso dos animais a um solário coletivo durante 1 hora no período da manhã.

As dietas experimentais utilizadas apresentaram composição similar às de um experimento conduzido simultaneamente com animais em produção de leite na Embrapa Caprinos. As concentrações de nutrientes, portanto, atenderam às recomendações do AFRC (1993) para cabras em lactação. As composições em proteína bruta e energia líquida foram mantidas constantes em todas as dietas (18%PB e 1,80 mcal/kg, respectivamente). Os teores de fibra foram mantidos constantes por meio da oferta de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) como forrageira exclusiva e corresponderam a 35% de FDN oriunda da forragem. O fubá de milho (*Zea mays*, L.) foi utilizado como principal fonte de energia disponível nas dietas acrescidas de fontes minerais.

A relação volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 45:55, conforme dados apresentados na Tabela 1, onde estão apresentadas as proporções dos ingredientes das dietas experimentais. Nas tabelas 2 e 3 constam, respectivamente, as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais.

Tabela 1 – Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingrediente	Principal fonte protéica utilizada na dieta (% MS)			
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão
Feno de capim-tifton 85	44,67	44,67	44,67	44,67
Fubá de milho	38,74	36,45	43,45	29,47
Farelo de soja	14,90	4,03	-	8,82
Soja grão tostada	-	13,12	-	-
Farelo de glúten de milho	-	-	10,19	-
Torta de algodão	-	-	-	15,35
Mistura macro e micromineral ¹	1,69	1,73	1,69	1,69

¹Mistura macromineral: 66% fosfato bicálcico, 44% calcário calcítico; mistura micromineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio; 95,78% de cloreto de sódio.

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingrediente					
	Feno capim-tifton 85	Fubá de milho	Farelo de soja	Soja grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de Algodão
Composição						
MS (g.kg ⁻¹)	867,29	879,48	869,19	914,90	895,64	908,73
MO (g.kg ⁻¹)	946,70	918,60	936,40	941,10	981,10	964,90
PB (g.kg ⁻¹)	157,00	96,30	524,90	436,30	686,70	173,00
EE (g.kg ⁻¹)	15,10	62,60	8,50	198,60	21,60	79,80
CT (g.kg ⁻¹)	774,60	822,69	403,03	306,23	272,81	712,05
CNF (g.kg ⁻¹)	77,81	621,36	283,25	113,86	219,04	112,32
FDN (g.kg ⁻¹)	769,40	214,68	144,15	321,59	155,11	653,88
FDNc (g.kg ⁻¹)	762,40	213,09	141,57	314,06	153,73	646,36
FDNcp(g.kg ⁻¹)	696,79	201,33	119,78	192,37	53,77	599,73
FDA (g.kg ⁻¹)	455,27	44,12	86,91	163,19	46,50	472,68
FDAi (g.kg ⁻¹)	118,45	8,50	3,31	5,12	2,89	178,74
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	417,90	122,05	30,70	278,91	145,57	122,71
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	57,82	22,65	5,51	27,86	34,42	120,49
LDA (g.kg ⁻¹)	35,10	28,70	2,28	9,66	1,22	103,20
FDAi:LDA	3,37	0,30	1,45	0,53	2,37	1,73
Cinzas (g.kg ⁻¹)	53,30	18,41	63,57	58,88	18,89	35,15
Ca (g.kg ⁻¹)	3,95	0,30	2,51	1,93	0,28	1,16
P (g.kg ⁻¹)	4,21	3,76	5,69	6,54	4,68	3,95
Valor estimado de energia						
NDT (%)	59,29	84,69	81,17	101,10	88,43	61,06
EM (mcal.kg ⁻¹)	2,260	3,27	3,70	4,49	4,23	2,38
EMF (mcal.kg ⁻¹)	2,13	2,75	3,63	2,83	4,05	1,72
EL (mcal.kg ⁻¹)	1,38	2,12	2,39	3,06	2,76	1,50
Frações protéicas						
A (% PB)	20,57	6,28	14,58	5,40	5,18	6,25
B1 (% PB)	2,94	4,55	1,74	1,00	1,43	2,86
B2 (% PB)	34,71	76,92	80,61	65,70	78,83	78,64
B3 (% PB)	35,99	9,98	2,52	25,11	11,12	0,20
C (% PB)	5,78	2,26	0,55	2,79	3,44	12,05

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida; fracionamento da proteína segundo classificação do CNCPS (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System).

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Principal fonte protéica da dieta			
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão
Composição				
MS (g.kg ⁻¹)	874,26	880,02	877,44	879,37
MO (g.kg ⁻¹)	942,64	941,83	949,33	942,82
PB (g.kg ⁻¹)	185,66	183,60	181,91	171,35
EE (g.kg ⁻¹)	32,26	55,96	36,15	38,19
CT (g.kg ⁻¹)	724,72	702,27	731,26	733,28
CNF (g.kg ⁻¹)	317,66	287,59	327,07	260,10
FDN (g.kg ⁻¹)	448,30	469,90	452,74	520,00
FDNcp (g.kg ⁻¹)	407,06	414,67	404,19	473,18
FDNf (g.kg ⁻¹)	343,66	343,66	343,66	343,66
FDA (g.kg ⁻¹)	233,39	244,34	227,26	296,57
FDAi (g.kg ⁻¹)	56,69	56,81	56,89	83,14
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	238,51	268,98	254,52	244,17
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	35,42	37,96	39,17	51,48
LDA (g.kg ⁻¹)	27,14	27,50	28,27	40,18
Cinzas (g.kg ⁻¹)	40,41	40,80	33,73	40,23
Ca (g.kg ⁻¹)	7,33	7,41	7,00	7,33
P (g.kg ⁻¹)	5,29	5,46	5,09	5,20
Valor estimado de energia				
NDT (g.kg ⁻¹)	713,85	738,85	722,91	679,73
EMF (mcal.kg ⁻¹)	2,56	2,47	2,56	2,35
EL (mcal.kg ⁻¹) ³	1,79	1,89	1,82	1,68
EMF:PB	0,138	0,135	0,141	0,137

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EMF = energia metabolizável fermentescível; EL = energia líquida.

Cada período experimental teve duração de 21 dias (11 dias para adaptação dos animais às rações e 10 dias de coleta de amostras). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30 e receberam uma mistura completa de feno de capim-tifton 85 e mistura concentrada em quantidade suficiente para que houvesse 10% de sobras para garantia de consumo *ad libitum* de alimentos pelos animais.

Na avaliação e comparação dos efeitos das diversas fontes protéicas testadas, foram observados o consumo voluntário, a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes e o balanço de nitrogênio. O consumo voluntário foi determinado pela diferença entre as quantidades de alimento fornecido e de sobras. Para análise do real material ingerido, foram realizadas coletas de sobras (10% do total diário) do 11º ao 21º dia de cada unidade experimental representada pelo animal referente a cada período. O

material amostrado em cada período foi misturado para formação de uma amostra composta, que foi conservada a -20°C para análises laboratoriais.

Para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, foram realizadas coletas totais de fezes e urina durante os cinco primeiros dias do período de coleta. A coleta de fezes e urina foi realizada por meio de uma tela de náilon sob a superfície do piso ripado para retenção das fezes, enquanto a urina era recolhida em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40%(v/v). Depois de coletadas e pesadas, as fezes e a urina foram amostradas em alíquotas de 10%, que constituíram amostras compostas e foram conservadas a -20°C para posterior análise laboratorial.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente, à temperatura ambiente, em frascos de vidro. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV para determinação da composição bromatológica dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras. Foram analisadas as concentrações de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme metodologia descrita por Licitra et al. (1996); e lignina em detergente ácido utilizando-se as técnicas descritas por Van Soest (1965). As fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, cinzas e FDN.

As frações protéicas dos alimentos foram determinadas por diversas metodologias, de acordo com Licitra et al. (1996). A fração A (NNP) foi obtida pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético; a fração B₁, pela diferença entre o nitrogênio total e nitrogênio insolúvel total (obtido pelo uso do tampão borato-fosfato). Do valor dessa diferença, reduziu-se o nitrogênio não-protéico; a fração B₃ foi obtida pela subtração do valor de nitrogênio presente no resíduo em detergente neutro (NIDN) e no resíduo em detergente ácido (NIDA), obtido nas análises de FDN e FDA, realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991); a fração C foi considerada nitrogênio desse resíduo em detergente ácido (NIDA) e a fração B₂, a diferença entre o nitrogênio total e todas as frações nitrogenadas (A, B₁, B₃ e C).

Os valores estimados de carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos a partir das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Van Soest et al. (1991), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDNcp),$$

Os valores de energia dos ingredientes das dietas foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001), considerando a classe do alimento descrita como volumoso, concentrado, produtos de origem animal ou ácido graxo. No cálculo do NDT, considerou-se o nível de alimentação (L) de 1 x (uma vez) o nível de manutenção, estimado pela equação:

$$NDT = (PB_D + CNF_D + FDN_D + AG_D \times 2,25) - 7, \text{ em que:}$$

$$PB_D = PB \times \text{Exp}[-1,2 \times PIDA/PB] \text{ para volumosos;}$$

$$PB_D = [1 - (0,4 \times PIDA/PB)] \times PB \text{ para concentrados;}$$

$$CNF_D = 0,98 \times NF;$$

$$FDN_D = 0,75 \times (FDNcp - LDA) \times [1 - (LDA/FDNcp)^{0,667}]; \text{ em que } 0,75 =$$

constante de proporcionalidade;

$$AG_D = EE - 1;$$

O valor 7 reduzido da equação refere-se ao NDT metabólico fecal; a PB_D refere-se à PB verdadeiramente digestível; CNF_D , aos carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDN_D , à FDN verdadeiramente digestível; AG_D , aos ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; e LDA, à lignina em detergente ácido.

Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

A transformação de ED para EM foi feita segundo a equação:

$$EM \text{ (mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (mcal/kg)} - 0,45;$$

A conversão do NDT em energia líquida foi feita pela equação descrita por Moe et al. (1972), que corresponde à energia líquida no nível de manutenção:

$$EL_m \text{ (mcal/kg)} = 0,0266 \times NDT (\%) - 0,12$$

A energia metabolizável fermentescível (EMF) foi estimada conforme sugerido no AFRC (1993). Na dieta com grão de soja tostado, o valor de EMF foi corrigido, em razão da existência de lipídios presentes naquele alimento. A estimativa da EMF é necessária, pois os lipídios não são fontes de energia para os microrganismos.

Para quantificação do valor de energia das dietas, foram utilizados os valores da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{dCNF} + \text{dPB} + (\text{dEE} \times 2,25) + \text{dFDN},$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos componentes. A conversão dos valores de NDT em energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) foi realizada pelos mesmos procedimentos. Os coeficientes das digestibilidades ruminal ($\text{CDR}_{(n)}$) e intestinal ($\text{CDI}_{(n)}$) foram calculados considerando a concentração dos nutrientes e do indicador interno de indigestibilidade (FDAi) no alimento consumido e na digesta omasal, por meio das expressões, em que n = componente nutricional:

$$\text{CDR}_{(n)} = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ Indicador dieta}}{\% \text{ Indicador digesta omasal}} \right) \times \left(\frac{\% \text{ Nutriente digesta omasal}}{\% \text{ Nutriente alimento}} \right)$$

$$\text{CDI}_{(n)} = 100 - \text{CDR}_{(n)}$$

No cálculo do balanço de nitrogênio, consideraram-se as quantidades de nitrogênio (g.dia^{-1}) consumidas e excretadas nas fezes e na urina, descontando-se as frações endógenas. Para o cálculo da quantidade de nitrogênio indigerido (Nind), utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Nind} = \text{gNfecal} - \text{gNmetfecal},$$

em que Nmetfecal = nitrogênio metabólico fecal

A fração de Nmetfecal foi calculada segundo Moore et al. (2004), em que: $\text{Nmetfecal} = (2,67\% \times \text{CMS}) / 6,25$

A quantidade de nitrogênio urinário exógeno (Nuexo) foi calculada utilizando-se a equação:

$$\text{Nuexo} = \text{gNurinário} - \text{gNuend}, \text{ em que Nuend} = \text{nitrogênio urinário endógeno}.$$

O valor de Nuend foi estimado segundo Luo et al. (2004), considerando o valor de $0,165 \text{ g/kg}^{0,75}$. A partir dos dados encontrados, obteve-se a estimativa do balanço de nitrogênio (BN):

$\text{BN} = \text{g Ning} - (\text{g Nind} + \text{g Nexo})$, em que BN = balanço de nitrogênio; Ning = nitrogênio ingerido; Nind = indigerido; Nexo = nitrogênio exógeno.

No cálculo do nitrogênio verdadeiramente digerido, utilizou-se a fórmula:

$NVD = g\ N_{ing} - g\ N_{ind}$, em que NVD = nitrogênio verdadeiramente digerido.

O valor biológico, medida direta da proporção da proteína alimantar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e de outros compostos foi calculado de acordo com fórmula descrita por Coelho da Silva & Leão (1979), distinguindo-se as frações do nitrogênio de origem fecal e urinária endógena:

$$VB = \frac{gN_{ing} - (gN_{fecal} - gN_{metfecal}) - (gN_{urinario} - gN_{uend})}{gN_{ing} - (gN_{fecal} - gN_{metfecal})} \times 100$$

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas, SAEG, e aplicando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e Discussão

Os efeitos das dietas experimentais sobre os consumos de matéria seca e de diversos nutrientes são apresentados na Tabela 4. O consumo de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de carboidratos não-fibrosos (CNF) e de carboidratos totais (CT) nas rações contendo diferentes fontes protéicas foram semelhantes ($P>0,05$), no entanto, deve-se considerar a magnitude dos dados observados, uma vez que a ingestão média de MS foi menor que a esperada para cabras com peso médio de 51 kg. É possível que a condição de confinamento total e a presença de cânulas tenham contribuído para que os valores encontrados fossem baixos. Apesar dos cuidados no manuseio dos animais, do fornecimento de uma área para exercícios em alguns momentos do dia, da ausência de hipertermia, o reduzido consumo denota a dificuldade de se trabalhar com animais que passaram por cirurgias e que são mantidos em baias individuais, pois elimina-se uma característica natural, o consumo em grupo.

Tabela 4 - Consumo de matéria seca e de nutrientes por cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten	Torta de algodão		
MS (kg.d ⁻¹)	0,61	0,67	0,62	0,70	19,34	ns
MS (%PV)	1,35	1,45	1,31	1,52	21,25	ns
MS (g.UTM ⁻¹)	34,85	37,62	34,25	39,43	19,31	ns
FDN (kg.d ⁻¹)	0,25 ^b	0,29 ^b	0,25 ^b	0,34 ^a	14,33	0,002
FDN (%PV)	0,55 ^b	0,63 ^{ab}	0,52 ^b	0,74 ^a	22,21	0,03
FDN (g.UTM ⁻¹)	14,23 ^b	16,26 ^{ab}	13,68 ^b	19,14 ^a	18,70	0,01
PB (g.d ⁻¹)	119,27	127,12	115,61	122,77	19,38	ns
EE (g.d ⁻¹)	21,59 ^b	39,26 ^a	24,09 ^b	26,73 ^b	18,93	0,0001
EE (%PV)	0,048 ^b	0,085 ^a	0,051 ^b	0,058 ^b	21,32	0,0003
EE (g.UTM ⁻¹)	1,23 ^b	2,22 ^a	1,33 ^b	1,51 ^b	19,04	0,0001
CNF (kg)	0,15	0,13	0,17	0,13	37,74	ns
CT (kg)	0,44	0,46	0,45	0,51	19,60	ns
FDAi (g.d ⁻¹)	27,6 ^b	37,7 ^b	32,6 ^b	57,4 ^a	25,08	0,0003
NDT (kg.d ⁻¹)	0,418	0,491	0,450	0,445	24,99	ns
EL (mcal.d ⁻¹)	1,02	1,14	1,07	1,11	27,69	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; FDA = fibra em detergente ácido indigerível; NDT = nutrientes digestíveis totais; EL = energia líquida; ns = não-significativo.

A presença de fontes de proteína com diferentes perfis de degradação não promoveu mudanças no comportamento de consumo dos animais, o que pode ser evidenciado pelas ingestões semelhantes de MS e EL entre animais alimentados com rações isoprotéicas.

Maior consumo de FDN foi observado ($P < 0,05$) quando utilizada torta de algodão, em comparação às dietas com farelo de soja ou farelo de glúten. No entanto, a presença de quantidades superiores de fibra na torta de algodão em relação às outras fontes de proteína não foi suficiente para alterar os consumos de matéria seca e energia entre as rações testadas, o que é um indicativo da boa qualidade da fibra presente no caroço de algodão. A presença de maior quantidade de fibra na dieta do animal pode resultar em redução do consumo de matéria seca e influenciar o consumo dos demais nutrientes da ração. Neste experimento, isso não ocorreu, o que era previsível, uma vez que as dietas foram preparadas com perfil nutricional para atender às exigências de cabras em produção, conforme descrito na metodologia utilizada. As concentrações em fibras determinadas para animais em produção confirmam recomendações de Branco (2005), que, também utilizando feno de capim-tifton 85, recomendou nível de 35% de FDN oriunda da forragem para não causar efeitos de repleção ruminal.

O consumo de extrato etéreo (g.d^{-1} , %PV e g.UTM^{-1}) foi maior quando as cabras foram alimentadas com a dieta contendo soja em grão tostada, uma vez que este ingrediente continha maior concentração de EE na sua composição. Optou-se por não fazer adições de óleos às outras dietas, pois o óleo do grão de soja não é imediatamente disponibilizado ao ambiente ruminal e à biohidrogenação. Adicionar fontes de óleos sem essa característica poderia trazer complicações na comparação entre as fontes de proteína, principal meta do estudo.

Ao estudar os efeitos do óleo de soja (na forma livre) e do grão de soja crua e tostada sobre a fermentação ruminal e lactação de vacas leiteiras, Mohamed et al. (1988) constataram que o óleo na forma livre promoveu redução da relação acetato:propionato (indicador da redução da digestão da fibra) e, conseqüentemente, redução da porcentagem de gordura no leite, ao passo que quantidades semelhantes de óleo fornecidas na forma de grãos tostados, lentamente degradados em virtude do tratamento térmico, não ocasionaram diminuição na gordura do leite, provavelmente por não apresentarem sobrecarga aos microrganismos ruminais (Grummer & Rabelo, 2000).

Para evitar maiores problemas, procurou-se manter a razão EMfermentescível/Proteína bruta da dieta constante (Tabela 3). O consumo de energia,

tanto na forma de NDT como em forma de EL, não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) entre as dietas. Os animais consumiram quantidade de energia menor que a exigida para situação de manutenção. Animais de 51 kg com mínimo de atividade física diária necessitam de aproximadamente 1.500 kcal EL.dia⁻¹(AFRC, 1993). O consumo médio diário de EL entre as cabras deste estudo foi de 1.085 kcal.dia⁻¹, equivalente a 72% da quantidade exigida.

Os valores de digestibilidade total de MS, MO, FDN, PB, EE, CNF e CT são apresentadas na Tabela 5. Os coeficientes de digestibilidade total de MS, MO, FDN, PB, CNF e CT não diferiram entre as dietas ($P>0,05$). Os valores encontrados para a digestibilidade da fibra (média de 75%) podem ser considerados altos, mas justificam-se pela excelente qualidade da forrageira utilizada, originada de material em crescimento. A condição de consumo em nível de manutenção pelos animais é outro fator que deve ser considerado, pois causa aumento no tempo de residência do material fibroso no trato gastrodigestório. Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos obtidos por Branco (2005), em estudo com forrageira em estágio de maturidade semelhante.

Tabela 5 - Digestibilidade aparente total da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
MS (%)	76,70	77,02	79,70	72,83	6,61	ns
MO (%)	77,99	78,33	81,35	74,67	6,06	ns
FDN (%)	73,76	76,69	75,88	72,86	8,53	ns
PB (%)	83,24	82,23	83,11	77,75	4,65	0,051
EE (%)	86,32 ^c	93,08 ^a	87,54 ^{bc}	89,91 ^b	2,95	0,001
CNF (%)	74,94	67,56	80,02	85,32	86,58	ns
CT (%)	75,74	76,84	80,56	73,08	7,53	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

A avaliação da digestibilidade aparente de carboidratos não-fibrosos mostrou-se de pouca valia, em virtude do alto coeficiente de variação encontrado, reflexo do modo pelo qual o valor de CNF é obtido, ou seja, por diferenças dos outros componentes nutricionais. Outro fator complicador é que frações endógenas são consideradas nesta fração, o que aumenta o erro na estimativa dos valores. Assim, utilizar os valores de

digestibilidade aparente da fração de CNF para estimar o valor de NDT pode não ser recomendável, a menos que a fração endógena seja estimada e subtraída.

A digestibilidade aparente do EE diferiu ($P < 0,05$) entre as rações avaliadas e o maior valor foi observado para a dieta contendo soja grão tostada. Os valores encontrados podem ter sido reflexo do tratamento térmico da soja, o que lhe confere maior resistência à hidrólise microbiana no ambiente ruminal. Valor de digestibilidade elevada, aliado a maior quantidade de lipídeos ingerida por animais alimentados com dieta com soja grão tostada, pode ser um fator positivo ao aporte de energia disponível, uma vez que a gordura digerida no intestino contribui com parcela significativa da necessidade animal para os processos produtivos.

Os menores valores de digestibilidade aparente do EE observados quando fornecidas as rações contendo farelo de soja, e mesmo glúten de milho, podem estar relacionados à maior participação dos lipídeos existentes no milho, o que contribuiu com a maior parcela deste nutriente na fração concentrada da dieta. É possível que maior exposição da fração lipídica existente no milho à biohidrogenação e a conseqüente saturação de parte dos ácidos graxos insaturados daquele alimento tenham contribuído para redução nos valores de digestibilidade intestinal, o que reduziu a digestibilidade aparente do EE nessas dietas.

Os valores de coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal de MS, MO, FDN, PB, EE, CNF e CT, respectivamente, nas dietas experimentais são apresentados nas Tabelas 6 e 7. A digestibilidade ruminal de MS, MO, PB, CNF e CT diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas e os maiores valores foram encontrados quando utilizado farelo de soja como fonte principal de proteína da dieta. Os valores médios de digestibilidade ruminal e intestinal obtidos com as outras dietas foram semelhantes ($P > 0,05$).

O maior coeficiente de digestibilidade ruminal da proteína bruta obtido com a dieta contendo farelo de soja está relacionado ao fato de a proteína desse alimento apresentar grande proporção de uma fração rapidamente hidrolisável no rúmen (Tabela 2).

Tabela 6 - Digestibilidade ruminal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	P _r ≥ F _{cal}
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de Glúten de milho	Torta de algodão		
MS (%)	62,72 ^a	45,29 ^b	50,51 ^{ab}	43,26 ^b	22,54	0,02
MO (%)	69,06 ^a	52,86 ^b	57,93 ^b	52,17 ^b	16,64	0,01
FDN (%)	63,10	48,38	52,39	48,41	20,99	ns
PB (%)	51,47 ^a	29,93 ^b	32,65 ^b	29,45 ^b	40,35	0,03
EE (%)	22,58	14,72	17,10	6,53	169,90	ns
CNF (%)	89,46 ^a	78,81 ^b	83,40 ^b	80,69 ^b	6,19	0,01
CT (%)	75,63 ^a	61,87 ^b	66,21 ^b	59,86 ^b	13,11	0,01

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

A utilização eficiente dos CNF, em razão das características cinéticas desses nutrientes, depende da presença de frações protéicas de alta degradabilidade. É possível que a redução na digestibilidade ruminal dos CNF, e mesmo dos CT, esteja relacionada à menor quantidade de proteína degradada no rúmen de maneira simultânea à degradação dos CNF, o que pode ter como consequência a menor utilização de esqueleto carbônico e da energia disponível durante a fermentação.

A digestibilidade ruminal do EE não diferiu entre as dietas ($P > 0,05$) e os valores obtidos apresentaram elevados coeficientes de variação. No entanto, os valores de digestibilidade observados comprovam reduzido desaparecimento da fração lipídica no rúmen, conforme descrito em vários trabalhos na literatura. Segundo Jenkins (1993), o desaparecimento de ácidos graxos no rúmen, tanto por absorção do epitélio como por catabolismo a ácidos graxos voláteis ou a CO_2 , é mínimo e pode ser explicado pela taxa de passagem.

Na Figura 1 são representados os dados de digestibilidades parcial, ruminal e intestinal, expressos em percentual da digestibilidade total da FDN e da PB. Verificou-se inversão da digestibilidade ruminal e intestinal da proteína quando utilizadas fontes protéicas de baixa degradação ruminal em comparação ao farelo de soja, o que comprova a menor degradação da proteína neste compartimento. A digestibilidade da FDN, por sua vez, não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas, portanto, diferentemente do observado para a proteína, não ocorre inversão da digestibilidade da FDN nos compartimentos.

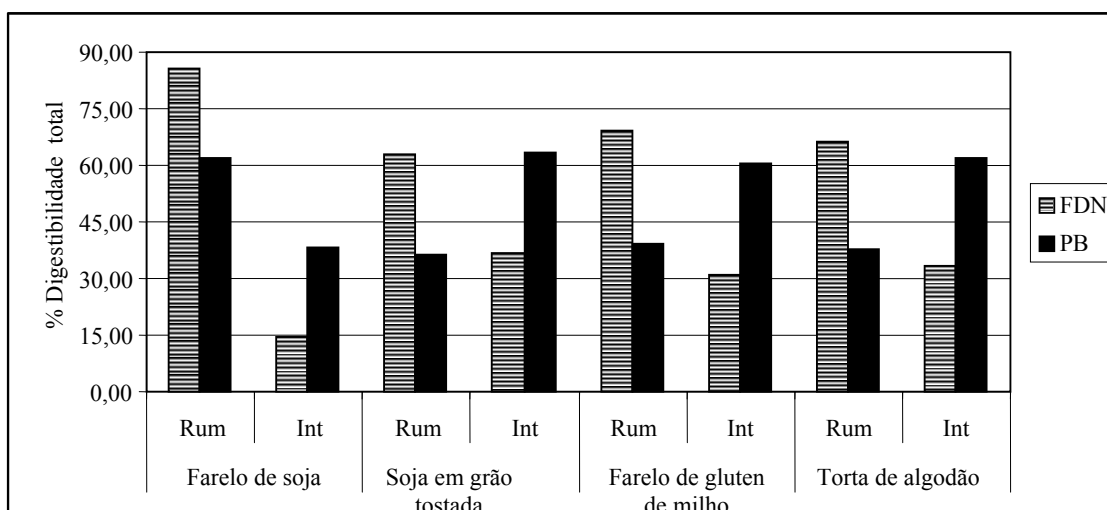


Figura 1- Digestibilidades ruminiais e intestinais da FDN e PB, determinadas com base na digestibilidade total.

A digestibilidade intestinal de MS, MO, PB, CNF e CT diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas e apresentou comportamento inverso ao ocorrido para os demais nutrientes quando analisada a digestibilidade no rúmen. Os coeficientes de digestibilidade intestinal de MS, MO, CNF e CT foram maiores quando fornecidas as dietas contendo soja grão tostada, farelo de glúten de milho e torta de algodão e menores na ração contendo farelo de soja. A digestibilidade intestinal da matéria seca foi semelhante para as rações contendo soja grão tostada, farelo de glúten de milho e torta de algodão. No entanto, os valores de digestibilidade intestinal das rações contendo farelo de glúten de milho e farelo de soja foram semelhantes.

Tabela 7 - Digestibilidade intestinal da matéria seca e de nutrientes em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
MS (%)	37,28 ^b	54,71 ^a	49,49 ^{ab}	56,74 ^a	22,95	0,02
MO (%)	30,94 ^b	47,14 ^a	42,06 ^a	47,83 ^a	22,99	0,01
FDN (%)	44,96	52,35	46,78	52,48	23,72	ns
PB (%)	48,53 ^b	70,06 ^a	67,35 ^a	70,55 ^a	22,57	0,03
EE (%)	77,41	85,28	82,27	93,47	30,24	ns
CNF (%)	10,54 ^b	21,19 ^a	16,60 ^a	19,31 ^a	30,40	0,01
CT (%)	24,36 ^b	38,13 ^a	33,79 ^a	40,14 ^a	25,32	0,01

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

As dietas formuladas com as fontes de menor degradabilidade ruminal apresentaram coeficientes de digestibilidade intestinal da proteína bruta mais elevados em comparação aos da dieta contendo farelo de soja como fonte protéica principal, no entanto, os resultados não diferiram entre si.

Na Tabela 8 são apresentados dados de consumo e excreção fecal e urinária e as estimativas de aproveitamento da fração nitrogenada. O consumo de N foi semelhante ($P>0,05$) entre as dietas estudadas, o que garantiu a comparação do metabolismo deste nutriente entre as dietas.

Tabela 8 – Consumo, excreções, balanço e retenção de nitrogênio em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
N consumido (g.d^{-1})	17,92	20,16	17,45	18,40	19,86	ns
N fecal (g.d^{-1})	3,10 ^b	3,57 ^{ab}	2,86 ^b	4,18 ^a	22,83	0,03
N met. fecal (g.d^{-1})	2,45	2,84	2,52	2,79	23,63	ns
Nind (g.d^{-1})	0,65	0,73	0,34	1,39	35,25	ns
NU (g.d^{-1})	7,07	6,42	6,18	6,46	51,95	ns
NUend (g.d^{-1})	2,94	2,99	3,11	3,04	7,91	ns
NUexo (g.d^{-1})	4,13	3,42	3,07	3,42	38,70	ns
BN (g.d^{-1})	13,13	15,97	14,30	13,56	34,35	ns
NVD (g.d^{-1})	17,25	19,39	17,11	16,98	22,25	ns
VB (%)	78,64	79,99	81,77	85,63	14,32	ns
Nuexo/NVD	24,95	19,49	18,23	15,20	70,40	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; N met. fecal = nitrogênio metabólico fecal; Nind = nitrogênio indigerido; NU = nitrogênio urinário; NUend = nitrogênio urinário endógeno; NUexo = nitrogênio urinário exógeno; BN = balanço de nitrogênio; NVD = nitrogênio verdadeiramente digerido; VB = valor biológico da proteína; Nuexo/NVD = relação nitrogênio urinário exógeno e proteína verdadeiramente digerida; ns = não-significativo.

Maior excreção fecal de N (g.d^{-1}) foi observada ($P<0,05$) nas cabras alimentadas com a dieta contendo torta de algodão. Valor intermediário foi observado para a ração contendo soja grão tostada, que apresentou valores semelhantes as outras dietas estudadas e que, quando comparada à ração contendo torta de algodão, apresentou menor excreção de N nas fezes. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre as dietas quanto à excreção exógena de N e o N indigerido, valores utilizados juntamente com o consumo do nutriente para o cálculo do balanço de N, N verdadeiramente digerido (NVD), valor biológico e relação entre N urinário exógeno e NVD. Os valores dessas variáveis foram semelhantes entre as dietas e apresentaram médias de 14,24 g.dia^{-1} , 17,68 g.dia^{-1} , 81,50% e 19,46%, respectivamente.

Segundo Coelho & Leão (1979), o valor biológico indica a proporção da proteína alimentar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e outros compostos. Como não foi verificada diferença ($P>0,05$) no valor biológico entre as dietas, houve a similaridade da proporção das fontes de proteína utilizadas pelo animal.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as dietas quanto à relação nitrogênio urinário exógeno e nitrogênio verdadeiramente digerido. Entretanto, a tendência de a dieta com farelo de soja apresentar valores mais elevados pode indicar possível perda do nitrogênio em excesso no metabolismo animal. Ressalta-se, no entanto, que, em situações de produção em que a demanda energética é atendida, esse excesso de nitrogênio pode ser direcionado para maior desempenho ou mesmo produção de leite. O uso de dietas com fontes protéicas com maior proporção de frações resistentes à degradação ruminal não altera a quantidade de nitrogênio retido no organismo.

Conclusões

As fontes de proteína soja em grão tostada, farelo de glúten de milho e torta de algodão apresentam degradabilidade ruminal menor que a do farelo de soja, no entanto, não diferem entre si quanto à disponibilidade e ao aproveitamento pelos animais. Fatores econômico das fontes avaliadas determinam a opção mais adequada para o usuário.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 1993, 159p.
- AHRAR, M.; SCHINGOETHE, D.J. Heat-Treated Soybean Meal as a protein supplement for Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v.62, p.932-940, 1979.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.151p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livrocere, 1979. 384 p.
- GRUMMER, R.R.; RABELO, E. Utilization of whole soybeans in dairy cattle diets. In; DRACKLEY, J. K. **Soy in animal nutrition**. Savoy, Illinois: Federation of Animal Science Societies, 2000. p.215-237.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NSAH LAI, I.V. et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant research**, v.53, p.221-230, 2004.
- MOE, P.W.; FLATT, W.P.; TYRREL, H.F. Net energy value of feeds for lactation. **Journal Dairy Science**, v.55. p.945, 1972.
- MOHAMED, O.E.; SATTER, L.D.; GRUMMER, R.R. et al. Influence of dietary cottonseed and SBM on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2677-2688, 1988.
- MOORE, J.E.; GOETSCH, A.L.; LUO, J. et al. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. **Small Ruminant research**, v.53, p.275-292, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington: National Academic Press, 2001, 387p.
- SISTEMAS DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS. SAEG 9.1 – FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES – UFV. Viçosa – MG. 2007.
- SILVA, M.M.C. **Suplementação de lipídeos em dietas para cabras leiteiras**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2005. 108 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in analyses of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1965.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

Efeito de diferentes fontes protéicas sobre as características digestivas, a eficiência microbiana e o fluxo de nutrientes em cabras leiteiras

RESUMO – Avaliou-se o efeito do uso de diferentes fontes protéicas na dieta sobre as características digestivas, produção e eficiência microbiana e fluxo de nutrientes em cabras leiteiras. Foram utilizadas oito cabras fistuladas no rúmen, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4 x 4, com duas repetições. Os tratamentos consistiram de quatro dietas com diferentes fontes principais de proteína: uma de farelo de soja (fonte de maior degradabilidade ruminal) e três fontes de menor degradabilidade: soja grão tostada (SGT), farelo de glúten de milho (FGM) e torta de algodão (TA). As dietas com fontes protéicas de menor degradabilidade não apresentaram diferença na quantidade de proteína no rúmen, porém aumentaram o fluxo de matéria seca, proteína bruta e carboidratos não-fibrosos para o omaso. Valores mais elevados para a concentração de nitrogênio amoniacal foram obtidos com o uso da ração contendo farelo de soja como fonte principal de proteína. Na avaliação do pH foram obtidos maiores valores para as rações contendo SGT e TA. No entanto, não houve diferença entre as rações com diferentes fontes protéica avaliadas quanto à cinética de trânsito. O uso das fontes de proteína de menor degradabilidade promovem aumento no fluxo de nutrientes para o omaso e altera parâmetros digestivos (como nitrogênio amoniacal e pH) sem comprometer a produção e eficiência microbiana, o que garante o seu uso para cabras leiteiras com eficiência similar à rações utilizando fontes protéicas com maior degradabilidade.

Palavras-chave: caprinos, pH, taxa de passagem, produção microbiana, nitrogênio amoniacal, valor biológico

Effect of different sources of plant protein on digestive characteristics, microbial efficiency and fluxes of nutrients in dairy goats

ABSTRACT – Diets formulated with protein sources presenting different resistance to ruminal degradation were compared by evaluating ruminal parameters, production and microbial efficiency and fluxes of nutrients to omasum in goats. Eight rumen cannulated non-lactating, non-pregnant goats were distributed in a 4 x 4 Latin square design with two repeats. Treatments consisted of four diets where different source of plant protein account for the major protein source named soybean meal (SM), source of higher ruminal degradability and three other sources of higher resistance of degradation, roasted soybean (RS), corn gluten meal (CGM), and cottonseed meal (CC). Amount of rumen protein were similar among rations, however fluxes of dry matter, protein and non fiber carbohydrate to omasum were higher for diets with protein source with reduced rumen degradation rate. Higher values of rumen ammonia were obtained by using ration with soybeans meal as major source of protein. Values of pH higher values were obtained for rations with RS and CC. Regarding kinetic of transit similar values were found among rations. Diets with protein sources presenting reduced ruminal degradation promote increase flux of nutrients to omasum and alter digestive parameters such as pH and ammonia without compromise in bacteria growth and efficiency, which grant their use for dairy goats with similar efficiency to rations using source of more degradable protein.

Keywords: ammonia nitrogen, biological value, goats, microbial efficiency, passage rate, pH

Introdução

Em ruminantes, a necessidade de aminoácidos nos tecidos aumenta de acordo com seu nível de produção. O NRC (1985) recomenda inclusão de fontes lentamente degradáveis no rúmen com o objetivo de aumentar o fluxo de nutrientes para o intestino delgado, no entanto, a produção de proteína microbiana não deve ser afetada pelo uso dessas fontes.

A proteína dietética pode sofrer diferentes graus de degradação no rúmen, portanto, pode haver casos de interesse na intervenção dessa degradação, de modo que esta proteína, quando de alta qualidade, chegue ao abomaso e intestino para ser digerida pelo animal antes de quaisquer transformações. As características dietéticas não permitem conhecer a quantidade e a qualidade da proteína que chega ao intestino delgado para ser absorvida. Segundo o NRC (1996), grande parte da proteína que chega ao intestino delgado é de origem microbiana e de alimentos não degradados no rúmen. Segundo Soto-Navarro et al. (2006), em condições de alta exigência em proteína, como no caso de animais em crescimento e em produção de leite, a quantidade de proteína de origem microbiana pode não suprir as necessidades do animal ruminante.

Em revisão, Santos et al. (1998) verificaram grande quantidade de trabalhos sobre o efeito do uso de fontes de proteínas não-degradáveis no rúmen (PNDR) na produção de leite. Entretanto, na literatura são escassos trabalhos sobre efeitos destas fontes sobre a cinética e os parâmetros ruminais e a eficiência e produção de proteína microbiana.

Neste trabalho objetivou-se verificar o efeito de diferentes fontes de proteína sobre o fluxo de nutrientes para o omaso, a produção e eficiência microbiana e as características ruminais como pH e nitrogênio amoniacal.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada em Viçosa, MG, no período de 18 de março a 12 de junho de 2006. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich a 657 m de altitude.

Foram avaliadas quatro dietas isoprotéicas (18% de PB), utilizando diferentes fontes protéicas. As fontes principais de proteína em cada dieta foram: farelo de soja (*Glycine max* L.), soja em grão tostada (*Glycine max* L.), farelo de glúten de milho (Glutenose 60%PB) e torta de algodão (*Gossypium hirsuntum*). Utilizaram-se oito cabras das raças Alpina e Saanen, com peso médio de 51 kg, não-gestantes e não-lactantes, distribuídas um delineamento quadrado latino balanceado 4×4 com duas repetições.

As cabras foram vacinadas contra tétano e posteriormente foram fistuladas no rúmen para fixação de cânulas medindo 2,5". Após um período de 7 a 10 dias, procedeu-se à substituição das cânulas por outras de 3" para manipulação manual da região do rúmen. Anteriormente ao início do período experimental, os animais foram identificados e medicados contra endo e ectoparasitas. Durante todo o período experimental, os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 2 m² com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais, adaptadas para coleta total de fezes e urina. Apenas nos períodos de adaptação às dietas experimentais, permitiu-se diariamente o acesso dos animais a um solário coletivo durante 1 hora no período da manhã.

As dietas experimentais utilizadas apresentaram composição similar às de um experimento conduzido simultaneamente com animais em produção de leite na Embrapa Caprinos. As concentrações de nutrientes, portanto, atenderam às recomendações do AFRC (1993) para cabras em lactação. As composições em proteína bruta e energia líquida foram mantidas constantes em todas as dietas (18%PB e 1,80 mcal/kg, respectivamente). Os teores de fibra foram mantidos constantes por meio da oferta de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) como forrageira exclusiva e corresponderam a 35% de FDN oriunda da forragem. O fubá de milho (*Zea mays*, L.) foi utilizado como principal fonte de energia disponível nas dietas acrescidas de fontes minerais.

A relação volumoso:concentrado nas dietas foi de aproximadamente 45:55, conforme dados apresentados na Tabela 1, onde estão apresentadas as proporções dos ingredientes das dietas experimentais. Nas tabelas 2 e 3 constam, respectivamente, as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais.

Tabela 1 – Proporções dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingrediente	Principal fonte protéica utilizada na dieta (% MS)			
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão
Feno de capim-tifton 85	44,67	44,67	44,67	44,67
Fubá de milho	38,74	36,45	43,45	29,47
Farelo de soja	14,90	4,03	-	8,82
Grão de soja tostada	-	13,12	-	-
Farelo de glúten de milho	-	-	10,19	-
Torta de algodão	-	-	-	15,35
Mistura macro e micromineral ¹	1,69	1,73	1,69	1,69

¹Mistura macromineral: 66% fosfato bicálcico, 44% calcário calcítico; mistura micromineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio; 95,78% de cloreto de sódio.

Tabela 2 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingrediente					
	Feno capim-tifton 85	Fubá de milho	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão
Composição						
MS (g.kg ⁻¹)	867,29	879,48	869,19	914,90	895,64	908,73
MO (g.kg ⁻¹)	946,70	918,60	936,40	941,10	981,10	964,90
PB (g.kg ⁻¹)	157,00	96,30	524,90	436,30	686,70	173,00
EE (g.kg ⁻¹)	15,10	62,60	8,50	198,60	21,60	79,80
CT (g.kg ⁻¹)	774,60	822,69	403,03	306,23	272,81	712,05
CNF (g.kg ⁻¹)	77,81	621,36	283,25	113,86	219,04	112,32
FDN (g.kg ⁻¹)	769,40	214,68	144,15	321,59	155,11	653,88
FDNc (g.kg ⁻¹)	762,40	213,09	141,57	314,06	153,73	646,36
FDNcp(g.kg ⁻¹)	696,79	201,33	119,78	192,37	53,77	599,73
FDA (g.kg ⁻¹)	455,27	44,12	86,91	163,19	46,50	472,68
FDAi (g.kg ⁻¹)	118,45	8,50	3,31	5,12	2,89	178,74
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	417,90	122,05	30,70	278,91	145,57	122,71
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	57,82	22,65	5,51	27,86	34,42	120,49
LDA (g.kg ⁻¹)	35,10	28,70	2,28	9,66	1,22	103,20
FDAi:LDA	3,37	0,30	1,45	0,53	2,37	1,73
Cinzas (g.kg ⁻¹)	53,30	18,41	63,57	58,88	18,89	35,15
Ca (g.kg ⁻¹)	3,95	0,30	2,51	1,93	0,28	1,16
P (g.kg ⁻¹)	4,21	3,76	5,69	6,54	4,68	3,95
Valor estimado de energia						
NDT (%)	59,29	84,69	81,17	101,10	88,43	61,06
EM (mcal.kg ⁻¹)	2,260	3,27	3,70	4,49	4,23	2,38
EMF (mcal.kg ⁻¹)	2,13	2,75	3,63	2,83	4,05	1,72
EL (mcal.kg ⁻¹)	1,38	2,12	2,39	3,06	2,76	1,50
Fração protéica						
A (%PB)	20,57	6,28	14,58	5,40	5,18	6,25
B1 (%PB)	2,94	4,55	1,74	1,00	1,43	2,86
B2 (%PB)	34,71	76,92	80,61	65,70	78,83	78,64
B3 (%PB)	35,99	9,98	2,52	25,11	11,12	0,20
C (%PB)	5,78	2,26	0,55	2,79	3,44	12,05

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; NT = nitrogênio total; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EMF = energia metabolizável fermentável; EL = energia líquida; fracionamento da proteína segundo classificação do CNCPS (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System).

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Principal fonte protéica da dieta			
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão
Composição				
MS (g.kg ⁻¹)	874,26	880,02	877,44	879,37
MO (g.kg ⁻¹)	942,64	941,83	949,33	942,82
PB (g.kg ⁻¹)	185,66	183,60	181,91	171,35
EE (g.kg ⁻¹)	32,26	55,96	36,15	38,19
CT (g.kg ⁻¹)	724,72	702,27	731,26	733,28
CNF (g.kg ⁻¹)	317,66	287,59	327,07	260,10
FDN (g.kg ⁻¹)	448,30	469,90	452,74	520,00
FDNcp (g.kg ⁻¹)	407,06	414,67	404,19	473,18
FDNf (g.kg ⁻¹)	343,66	343,66	343,66	343,66
FDA (g.kg ⁻¹)	233,39	244,34	227,26	296,57
FDAi (g.kg ⁻¹)	56,69	56,81	56,89	83,14
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	238,51	268,98	254,52	244,17
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	35,42	37,96	39,17	51,48
LDA (g.kg ⁻¹)	27,14	27,50	28,27	40,18
Cinzas (g.kg ⁻¹)	40,41	40,80	33,73	40,23
Ca (g.kg ⁻¹)	7,33	7,41	7,00	7,33
P (g.kg ⁻¹)	5,29	5,46	5,09	5,20
Valor estimado de energia				
NDT (g.kg ⁻¹)	713,85	738,85	722,91	679,73
EMF (mcal.kg ⁻¹)	2,56	2,47	2,56	2,35
EL (mcal.kg ⁻¹) ³	1,79	1,89	1,82	1,68
EMF:PB	0,138	0,135	0,141	0,137

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; FDAi = FDA indigerível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; PT = proteína total; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EMF = energia metabolizável fermentável; EL = energia líquida.

Cada período experimental teve duração de 21 dias (11 dias para adaptação dos animais às rações e 10 dias de coleta de amostras). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30 e receberam uma mistura completa de feno de capim-tifton 85 e mistura concentrada em quantidade suficiente para que houvesse 10% de sobras para garantia de consumo *ad libitum* de alimentos pelos animais.

Na avaliação e comparação dos efeitos entre as fontes de proteína, foram observados o fluxo de nutrientes para o omaso, a produção e eficiência microbiana, o pH e o nitrogênio amoniacal. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente, à temperatura ambiente, em frascos de vidro.

As análises laboratoriais dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV para determinação da composição bromatológica em matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) utilizando-se as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas relatadas por Licitra et al. (1996); e lignina em detergente ácido, conforme metodologia descrita por Van Soest (1965). As fezes e as digestas ruminais e omasais foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, cinzas e FDN.

O fracionamento da proteína nos alimentos foi realizado por diversas metodologias, de acordo com Licitra et al. (1996). A fração A (NNP) foi obtida pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético; a fração B₁ pela diferença entre o nitrogênio total e nitrogênio insolúvel total (obtido pelo uso do tampão borato-fosfato) e desse valor, reduziu-se o nitrogênio não-protéico; a fração B₃ foi obtida por meio da subtração entre o nitrogênio presente no resíduo em detergente neutro (NIDN) e no resíduo em detergente ácido (NIDA), determinados nas análises de FDN e FDA, realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991). A fração C foi considerada o nitrogênio no presente resíduo em detergente ácido (NIDA) e a fração B₂, a diferença entre o nitrogênio total e todas as frações nitrogenadas (A, B₁, B₃ e C).

Os valores estimados para carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos por meio das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Van Soest et al. (1991), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDN_{cp}).$$

Os valores de energia dos ingredientes das dietas foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001) considerando a classe do alimento descrita como volumoso, concentrado, produtos de origem animal ou ácido graxo. No cálculo do NDT, considerou-se o nível de alimentação (L) de 1 x (uma vez) o nível de manutenção, estimado pela equação:

$$NDT = (PB_D + CNF_D + FDN_D + AG_D \times 2,25) - 7, \text{ em que:}$$

$$PB_D = PB \times \text{Exp}[-1,2 \times PIDA/PB] \text{ para volumosos;}$$

$$PB_D = [1 - (0,4 \times PIDA/PB)] \times PB \text{ para concentrados;}$$

$$CNF_D = 0,98 \times CNF ;$$

$FDN_D = 0,75 \times (FDN_{cp} - LDA) \times [1 - (LDA/FDN_{cp})^{0,667}]$; 0,75 = constante de proporcionalidade.

$$AG_D = EE - 1 ; e$$

o valor 7 reduzido da equação, refere-se ao NDT metabólico fecal.

A PB_D refere-se à proteína verdadeiramente digestível; CNF_D , aos carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDN_D , à FDN verdadeiramente digestível; AG_D , aos ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; e LDA, à lignina em detergente ácido. Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001), em que os valores estimados de NDT foram obtidos com base no calor de combustão dos componentes nutricionais utilizados e da fração metabólica.

A transformação de ED para EM foi feita segundo a equação:

$$EM \text{ (mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (mcal/kg)} - 0,45 ;$$

A conversão do NDT em energia líquida foi feita pela equação de Moe et al. (1972), que corresponde à energia líquida no nível de manutenção:

$$EL_m \text{ (mcal/kg)} = 0,0266 \times NDT (\%) - 0,12$$

A energia metabolizável fermentescível (EMF) foi estimada conforme sugerido no AFRC (1993). Na dieta com grão de soja tostada, esse valor foi corrigido em virtude da existência de lipídios presentes naquele alimento. A estimativa da EMF é necessária, pois os lipídios não são fontes de energia para os microrganismos.

Para quantificação do valor de energia das dietas, foram utilizados os valores da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação:

$$NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN ,$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos nutrientes. A conversão dos valores de NDT em energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) foi realizada pelos mesmos procedimentos supracitados.

O fluxo de nutrientes para o omaso e a taxa de passagem de sólidos foram determinados utilizando-se como indicador a fibra em detergente ácido indigerível (FDAi), conforme técnica descrita por Cochran et al. (1986). No entanto, efetuou-se a incubação ruminal em sacos tipo Ankon[®], confeccionados com dimensões 5 × 5 cm em TNT-100 (tecido-não-tecido), por 144 horas, em vez de se utilizar a digestibilidade *in vitro*, sugerida no protocolo original. Para a quantificação do fluxo omasal, alíquotas de

aproximadamente 150 mL de digesta do omasal foram obtidas simultaneamente à coleta das amostras de fezes utilizando-se um conjunto de dispositivos, composto de um kitassato, um tubo coletor e uma bomba de vácuo (Figura 1).

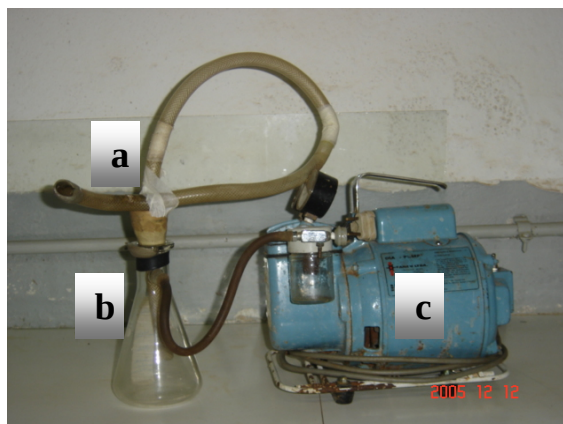


Figura 1 – Equipamentos e materiais utilizados na coleta de omaso: a) tubo coletor; b) kitassato; c) bomba de vácuo.

Para a coleta de digesta omasal, procedia-se à introdução do tubo coletor, através da fístula ruminal, no orifício retículo-omasal, onde era mantido durante o período da coleta. A digesta entrava no tubo coletor e era succionada até o kitassato, conectado a uma bomba de vácuo. Imediatamente após as coletas, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos e, posteriormente, constituíram amostras compostas por período e por animal, com base da matéria pré-seca.

O fluxo de matéria seca foi calculado conforme a equação:

$$\text{Fluxo} = \frac{\text{CDI} \times 100}{[\text{IND}_{\text{om}}]}, \text{ em que: CDI é o consumo diário do indicador e } [\text{IND}_{\text{om}}], \text{ a}$$

concentração do indicador na digesta omasal.

A taxa de passagem (k_p) foi estimada pela técnica da evacuação ruminal, de acordo com metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, foram feitas três coletas de conteúdo ruminal: a primeira às 4h30, a segunda às 13h30 e a terceira às 22h30 dos dias 7, 8 e 9 do período de coleta, respectivamente.

Depois de removido, o conteúdo ruminal foi separado, com o auxílio de tela de polietileno (50 × 50 cm) e baldes plásticos, em frações sólida e líquida, que foram pesadas individualmente e amostradas (400 g) proporcionalmente. A fração líquida, seguida da fração sólida, foi retornada ao rúmen. As amostras foram mantidas em estufa

de ventilação forçada (65°C) e, depois de processadas em moinho Willey com peneira de malha de 1 mm, foram compostas em igual base seca por cabra, em cada período, para as análises laboratoriais. A partir dos resultados da análise, calculou-se a massa ruminal dos nutrientes.

A taxa de passagem (k_p) foi estimada pelo quociente entre o fluxo omasal diário do indicador dividido por 24 horas e a massa ruminal do indicador, segundo requisitos sugeridos por Cannas & Van Soest (2000):

$$k_p = \frac{\frac{\text{Fluxo diário do indicador (g.d}^{-1}\text{)}}{24\text{horas}}}{\text{Massa ruminal do indicador (g)}}$$

A concentração de amônia (N-NH₃) e a medição de pH no rúmen foram obtidas em intervalos de 2 em 2 horas após a alimentação da manhã, durante 24 horas. O pH foi determinado diretamente no rúmen do animal utilizando-se potenciômetro digital portátil (PH-1400; Instru Therm). O eletrodo (EPC-30) foi cuidadosamente lavado com água destilada antes da medição em cada animal e a aferição do equipamento foi realizada entre os tempos de coleta. Para análise dos teores de amônia, amostras de fluido ruminal, coletadas nos mesmos horários da medição do pH, foram filtradas em quatro camadas de gaze e acidificadas com ácido sulfúrico 50%, na proporção de 0,4 mL de ácido:20 mL de fluido. As amostras foram congeladas e analisadas segundo técnica proposta por Chaney & Marbach (1962).

No sexto dia do período de coleta, foram retirados 750 mL de líquido da digesta ruminal antes da alimentação e 750 mL 6 horas após a alimentação para isolamento de bactérias ruminais, conforme descrito por Cecava et al. (1990). A estimativa da produção de nitrogênio bacteriano foi feita de acordo com a técnica das bases purinas (Zinn & Owens, 1986) no *pellet* bacteriano e na digesta omasal.

A eficiência de síntese microbiana foi calculada a partir dos carboidratos e da matéria orgânica degradados no rúmen, estimados pela diferença entre o consumo de carboidratos ou matéria orgânica e o fluxo omasal destas frações.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas, SAEG, aplicando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade para comparação das médias.

Os dados referentes aos valores de pH e às concentrações de amônia no líquido ruminal foram analisados em esquema de parcela subdividida, no qual os tratamentos

corresponderam às parcelas e os tempos às subparcelas. Para o fator tratamento, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade e, para o fator tempo, adotou-se a análise de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 são apresentados os dados de fluxo de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não-fibrosos e carboidratos totais no omaso de cabras alimentadas com dietas formuladas com diferentes fontes de proteína.

Tabela 4 – Fluxo de matéria seca e nutrientes no omaso de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
MS (g.d ⁻¹)	214,90 ^b	361,00 ^a	289,60 ^{ab}	373,40 ^a	28,13	0,01
MO (g.d ⁻¹)	167,70 ^b	293,00 ^a	234,30 ^{ab}	297,10 ^a	28,26	0,01
FDN (g.d ⁻¹)	86,60 ^c	140,30 ^{ab}	109,60 ^{bc}	160,50 ^a	27,59	0,01
PB (g.d ⁻¹)	52,16	84,81	75,96	80,21	32,11	ns
EE (g.d ⁻¹)	14,20 ^c	31,30 ^a	17,80 ^{bc}	22,60 ^b	29,06	0,001
CNF (g.d ⁻¹)	18,00 ^b	36,60 ^a	30,90 ^a	33,80 ^a	36,52	0,02
CT (g.d ⁻¹)	101,30 ^b	176,90 ^a	140,50 ^{ab}	194,30 ^a	28,76	0,005

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

Os fluxos de MS, MO, FDN, EE, CNF e CT, em g.d⁻¹, diferiram ($P < 0,05$) entre as dietas. Maior fluxo de MS e MO (g.d⁻¹) foi observado ($P < 0,05$) quando utilizadas as dietas com soja grão tostada e torta de algodão. Quando fornecida a dieta contendo farelo de glúten de milho, obtiveram-se valores intermediários, no entanto, esses valores foram semelhantes aos obtidos com a dieta contendo farelo de soja, que, quando comparada àquelas contendo soja em grão tostada, apresentou menor fluxo de MS e MO (g.d⁻¹). O fluxo de FDN no omaso foi mais elevado quando fornecidas as dietas com torta de algodão e soja em grão tostada, em comparação à dieta com farelo de soja, enquanto os resultados obtidos com farelo de glúten de milho não diferiram de nenhuma das dietas.

Esse resultado pode estar relacionado à redução do fluxo de proteína bruta, que, apesar de não ter diferido estatisticamente ($P > 0,05$), comprovou tendência à redução de forma similar à de FDN. A sincronia de utilização da proteína e da energia pode propiciar boa degradação da fibra por bactérias fibrolíticas e utilização concomitante de proteína degradável no rúmen, como no caso do farelo de soja, promovendo redução do fluxo desses nutrientes no omaso. Paralelamente a estes resultados, observou-se também

que o fluxo de CNF (g.d^{-1}) da dieta contendo farelo de soja foi menor que o das dietas com fontes não-degradáveis, que, por sua vez, não diferiram entre si.

O maior valor do fluxo de extrato etéreo foi obtido com a dieta contendo soja grão tostada, provavelmente em virtude da elevada concentração deste nutriente nessa fonte protéica. O extrato etéreo não é utilizado como fonte de energia pelos microrganismos, portanto, a quantidade deste nutriente no omaso é muito próxima à da dieta, na forma em que foi consumida, como descrito na Tabela 5, onde são apresentados os dados de fluxo de matéria seca e nutrientes, expressos em percentual da quantidade consumida.

Tabela 5 - Fluxo de matéria seca e de nutrientes para o omaso, em porcentagem da matéria seca consumida (%CMS)

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	$P_r \geq F_{cal}$
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
MS (%CMS)	37,28 ^b	54,71 ^a	49,49 ^{ab}	56,74 ^a	22,95	0,02
MO (%CMS)	30,94 ^b	47,14 ^a	42,07 ^a	47,83 ^a	22,99	0,01
FDN (%CMS)	36,90	51,62	47,70	51,59	23,72	ns
PB (%CMS)	48,53 ^b	70,07 ^a	67,35 ^a	70,55 ^a	22,58	0,03
EE (%CMS)	77,42	85,28	82,27	93,47	30,25	ns
CNF (%CMS)	10,54 ^b	21,19 ^a	16,60 ^a	19,31 ^a	30,40	0,01
CT (%CMS)	24,36 ^b	38,13 ^a	33,79 ^a	40,14 ^a	25,32	0,01

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = Matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

Ao se avaliar o percentual do fluxo de MS, MO, PB, CNF e CT em relação ao valor consumido, observa-se diferença ($P < 0,05$) entre as dietas estudadas. Para todas as variáveis com diferenças significativas, observa-se uma redução do fluxo de nutrientes com base no material consumido para a dieta de farelo de soja com maior degradabilidade da proteína, enquanto que para os tratamentos com fontes de menor degradabilidade ruminal foram observados valores semelhantes de fluxo de nutrientes.

Na Tabela 6 são apresentados os dados de produção, fluxo e eficiência de proteína microbiana em cabras leiteiras submetidas à diferentes fontes de proteína.

Tabela 6 – Produção, fluxo e eficiência de produção de proteína microbiana, com base no fluxo de matéria seca omasal, em cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	P _r ≥ F _{cal}
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
NRNA Bact (g.kg ⁻¹)	12,80	12,20	11,70	14,60	21,53	ns
Ntotal Bact (g.kg ⁻¹)	86,80	85,00	83,90	85,10	9,09	ns
NRNA/NTotal	0,15	0,15	0,14	0,17	20,97	ns
Fluxo N mic (g.d ⁻¹)	7,26	10,13	9,46	7,37	56,64	ns
Pmic/MODR (g/kg)	121,11	134,66	172,26	143,41	50,85	ns
Pmic/CTDR (g/kg)	195,78	267,32	231,73	267,66	48,47	ns
Pmic/NDT (g/kg)	118,24	133,48	126,77	87,80	44,21	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; NRNA Bact = nitrogênio-RNA bacteriano; Ntotal Bact = nitrogênio total bacteriano; NRNA/NTotal = relação nitrogênio RNA/nitrogênio total; Fluxo N mic = fluxo de nitrogênio; Pmic/MODR = proteína microbiana por kg de matéria orgânica; Pmic/CTDR = proteína microbiana por kg de carboidrato total degradado no rúmen; Pmic/NDT = proteína microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais; ns = não-significativo.

A quantidade de nitrogênio no RNA (g.kg⁻¹) e de nitrogênio total no *pellet* bacteriano (g.kg⁻¹), a relação entre nitrogênio do RNA e nitrogênio total, o fluxo de nitrogênio microbiana e as eficiências de produção microbiana (g/kg de MODR, g/kg de CTDR e g/kg NDT) não diferiram (P>0,05) entre as dietas avaliadas. O fluxo de nitrogênio microbiano, cujos valores médios variaram de 7,37 a 10,13 g.dia⁻¹, corroboram os dados obtidos por Fonseca (2004), de 8,6 a 12,75 g.dia⁻¹, em pesquisa na qual avaliou dietas contendo de 12 a 18% de proteína bruta. Rodrigues (2005), trabalhando com diferentes razões PB/EL, observou fluxos de nitrogênio microbiano de 10,24 e 8,24 g.dia⁻¹ em dietas contendo, respectivamente, 16,5 e 19,5% de proteína bruta.

Os dados deste trabalho, média de 117 g/kgNDT, foram muito próximos às estimativas de eficiência microbiana do NRC (2001) para essa mesma característica, cujo valor é de 130 g de proteína microbiana por kg de NDT, o que não aponta limitação na produção microbiana.

Na tabela 7 são apresentados os pesos, os conteúdos sólidos e líquidos e as quantidades de matéria seca e nutrientes no conteúdo ruminal das cabras leiteiras.

Tabela 7 - Peso, conteúdo e massa ruminal (médias) de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes de proteína

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)	P _r ≥ F _{cal}
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão		
Peso dos animais (kg)	46,80	47,93	50,32	48,95	10,41	ns
Conteúdo sólido (kg)	1,45	1,41	1,45	1,73	20,78	ns
Conteúdo líquido (kg)	2,77 ^a	2,63 ^{ab}	2,42 ^{ab}	2,26 ^b	13,12	0,04
Total (kg)	4,23	4,27	3,86	4,03	13,22	ns
Massa ruminal						
MS (g)	350,47	366,66	339,93	397,16	21,49	ns
MO (g)	301,75	318,28	292,93	351,25	23,09	ns
PB (g)	74,88	71,14	73,13	75,33	26,61	ns
EE (g)	8,25	12,89	10,11	7,31	53,77	ns
FDN (g)	181,44	196,09	177,81	227,79	21,94	ns
CNF (g)	37,18	38,16	31,88	40,83	37,24	ns
CT (g)	218,61	234,25	209,69	268,62	21,59	ns

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV = coeficiente de variação; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; CT = carboidratos totais; ns = não-significativo.

A quantidade de matéria seca e de nutrientes no rúmen obtida com as diferentes fontes de proteína foi similar ($P>0,05$). A porcentagem média de matéria seca presente no rúmen foi de 11,27% e a quantidade média da massa ruminal representou 8,44% do peso dos animais. O conteúdo líquido no rúmen diferiu ($P<0,05$) entre as fontes de proteína avaliadas. A quantidade de líquido no rúmen foi similar quando os animais foram alimentados com as dietas contendo farelo de soja, soja em grão tostada e farelo de glúten como fonte principal de proteína, no entanto, quando alimentados com adieta com torta de algodão, houve redução dessa fração.

Na Tabela 8 constam os valores de concentração de nitrogênio amoniacal, pH e taxa de passagem observados nos animais alimentados com as dietas experimentais.

Tabela 8 – Parâmetros ruminiais de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes fontes protéicas

Item	Principal fonte protéica da dieta				CV (%)
	Farelo de soja	Soja em grão tostada	Farelo de glúten de milho	Torta de algodão	
N-NH ₃ (mg.dL ⁻¹)	26,68 ^a	21,05 ^b	20,11 ^b	21,21 ^b	34,84
pH	6,12 ^b	6,23 ^a	6,13 ^b	6,18 ^{ab}	4,63
k _p (h ⁻¹)	0,024	0,025	0,023	0,029	33,51

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste SNK. CV - coeficiente de variação; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; k_p = taxa de passagem.

A concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen apresentou diferenças ($P<0,05$) entre as dietas. Os valores mais elevados foram obtidos quando fornecida a dieta com farelo de soja, comparativamente às fontes de proteína de menor degradabilidade (Figura 1). Considerando que esse alimento possui maior fração de proteína rapidamente degradável no rúmen (verificada na Tabela 2), provavelmente houve maior *pool* de nitrogênio amoniacal neste compartimento. Os valores obtidos neste estudo com as dietas de fontes de baixa degradabilidade foram superiores ao mínimo recomendado para manutenção das funções normais do rúmen, de 5 mg.dL^{-1} , segundo Satter & Slyter (1974), e estão de acordo com os dados de Leng (1990), que sugeriu para regiões tropicais níveis de concentração de amônia mais elevados, de 10 e 20 mg.dL^{-1} , para maximização da digestão ruminal da matéria seca e do consumo, respectivamente.

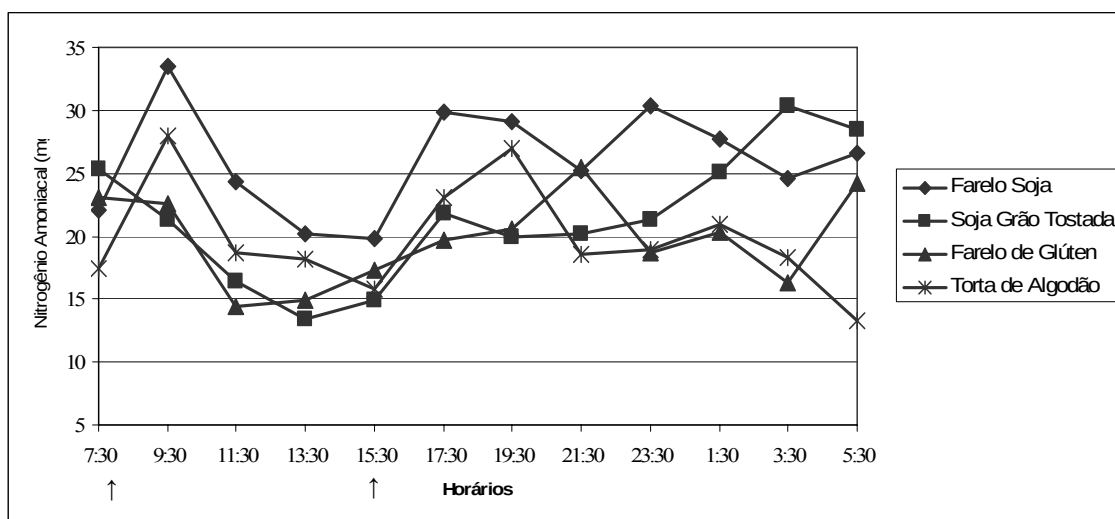


Figura 2 – Efeito das dietas contendo diferentes fontes protéicas sobre a concentração de amônia ruminal, expressa em mg/dL.

As fontes protéicas das dietas promoveram diferença ($P<0,05$) no pH, uma vez que os maiores resultados foram obtidos quando fornecidas as dietas com soja em grão tostada e torta de algodão (médias de 6,23 e 6,18, respectivamente). Apesar de a média (6,17) obtida com todas as dietas ter sido muito próxima ao limite mínimo de pH recomendado por Van Soest (1997), de 6,7 (podendo apresentar desvios de 0,5), houve valores baixos durante o dia (Figura 2), com momentos de acidificação que podem comprometer a ação fibrolítica microbiana e a motilidade ruminal, entre outras consequências do baixo pH.

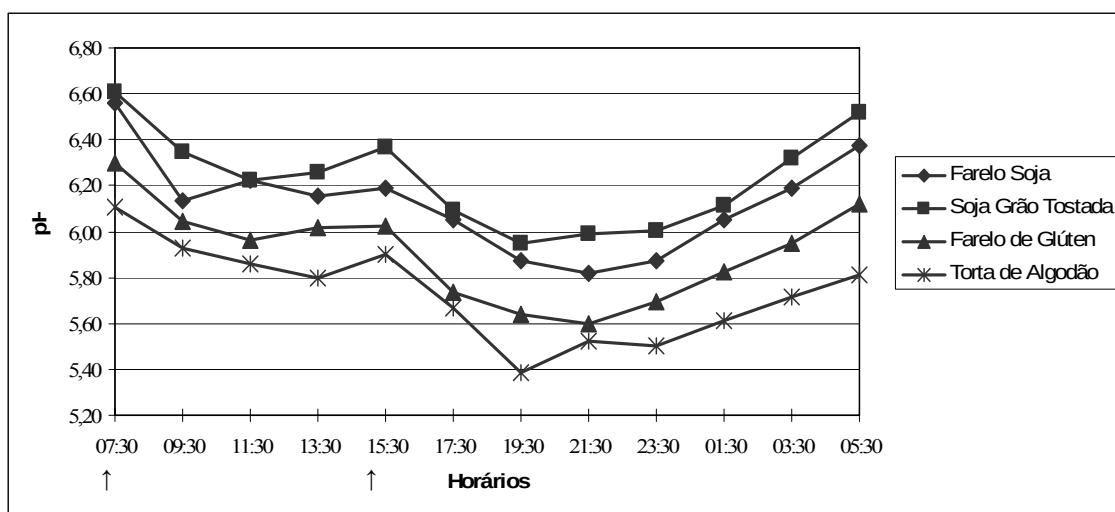


Figura 3 – Efeito das dietas contendo diferentes fontes protéicas sobre o comportamento do pH ruminal.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as taxas de passagem obtidas com as diferentes fontes de proteína. A média registrada neste trabalho foi semelhante à descrita no AFRC (1993), $k_p = -0,024 + 0,179 \cdot (1 - e^{-0,278 \cdot L})$, em que a estimativa da taxa de passagem esteve em função de L, múltiplo da necessidade total de energia em função da manutenção. Como os animais estavam em nível de manutenção, ou seja, com atividade reduzida, o valor estimado através da equação do AFRC de $k_p = 0,0219 \cdot h^{-1}$, foi muito próximo ao valor observado no presente trabalho, de em média $k_p = 0,025 \cdot h^{-1}$.

Conclusões

O uso das fontes de proteína de menor degradabilidade promove aumento no fluxo de nutrientes no omaso e altera os parâmetros digestivos, mas não compromete a produção e eficiência microbiana em cabras leiteiras, podendo ser utilizadas na alimentação de cabras leiteiras.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 1993, 159p.
- CANNAS A.; VAN SOEST P.J. Simple allometric models to predict rumen passage rate in domestic ruminants. In: MC NAMARA, J.P.; FRANCE, J.; BEEVER, D.E. (Eds). **Modelling nutrient utilisation in farm animals**. Wallingford, oxon, UK: CAB International, 2000, p. 49-62.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MOE, P.W.; FLATT, W.P.; TYRREL, H.F. Net energy value of feeds for lactation. **Journal Dairy Science**, v.55, p.945, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7^a ed. Washington: National Academic Press, 1996, 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington: National Academic Press, 2001, 387p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Ruminant Nitrogen Usage. Washington: National Academic Press, 1985.
- ROBINSON, P.H.; TAMMINGA, S.; VAN VUUREN, A.M. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SISTEMAS DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS. SAEG 9.1 – FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES – UFV. Viçosa – MG. 2007.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETSCH, A.L.; SAHLU, T.; et al. Effects of level and source of supplemental protein in a concentrate-based diet on sites of digestion and small intestinal amino acid disappearance in Boer×Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v.65, p.85-100, 2006.
- VAN SOEST, P. J. Use of detergents in analyses of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1965.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.157-166, 1986.

Apêndice

Tabela 1A - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T1 = dieta contendo farelo de soja; T2 = dieta contendo soja em grão tostada; T3 = dieta contendo farelo de glúten de milho e T4 = dieta contendo torta de algodão) e valores referentes ao peso vivo (PV) e ao consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de unidade de tamanho metabólico (CMSUTM)

A	T	P	Q	PV	CMS	CMSPV	CMSUTM
2702	4	1	1	35,50	451,025	1,2705	31,0120
2421	4	1	2	71,00	625,364	0,8808	25,5676
2874	1	1	1	44,50	324,321	0,7288	18,8237
2419	1	1	2	56,50	542,836	0,9608	26,3410
2758	3	1	1	47,00	381,007	0,8107	21,2256
2527	3	1	2	62,60	189,308	0,3024	8,5063
2704	2	1	1	43,00	598,904	1,3928	35,6661
1548	2	1	2	48,00	601,774	1,2537	32,9991
2702	3	2	1	34,27	628,799	1,8348	44,3942
2421	3	2	2	61,30	374,612	0,6111	17,0996
2874	2	2	1	47,30	747,187	1,5797	41,4270
2419	2	2	2	55,00	755,920	1,3744	37,4286
2758	4	2	1	46,00	606,313	1,3181	34,3264
2527	4	2	2	61,60	530,442	0,8611	24,1242
2704	1	2	1	42,00	520,012	1,2381	31,5193
1548	1	2	2	48,50	677,464	1,3968	36,8621
2702	1	3	1	33,00	733,643	2,2232	53,2843
2421	1	3	2	60,00	722,562	1,2043	33,5167
2874	3	3	1	50,10	1172,956	2,3412	62,2879
2419	3	3	2	54,50	813,555	1,4928	40,5592
2758	2	3	1	47,00	722,469	1,5372	40,2481
2527	2	3	2	52,20	408,214	0,7820	21,0201
2704	4	3	1	43,00	651,214	1,5145	38,7813
1548	4	3	2	49,00	761,366	1,5538	41,1099
2702	2	4	1	31,80	797,123	2,5067	59,5257
2421	2	4	2	59,20	696,162	1,1759	32,6189
2874	4	4	1	53,00	1018,492	1,9217	51,8502
2887	4	4	2	32,50	934,441	2,8752	68,6498
2758	1	4	1	47,00	708,746	1,5080	39,4837
2527	1	4	2	42,90	653,265	1,5228	38,9715
2704	3	4	1	43,50	715,053	1,6438	42,2154
1548	3	4	2	49,30	701,416	1,4228	37,6999

Tabela 2A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.dia⁻¹, aos consumos de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) e ao consumo de energia líquida (CEL), em mcal.dia⁻¹

A	T	P	Q	CFDN	CPB	CEE	NDT	CEL
2702	4	1	1	226,11	78,46	16,36	308,41	0,72
2421	4	1	2	346,76	112,55	24,29	324,74	0,88
2874	1	1	1	166,15	71,48	14,03	117,41	0,30
2419	1	1	2	234,91	105,07	18,08	390,86	0,83
2758	3	1	1	175,49	68,39	14,70	187,66	0,48
2527	3	1	2	122,11	31,33	7,42	124,79	0,30
2704	2	1	1	243,44	114,05	37,15	362,61	0,80
1548	2	1	2	245,57	113,18	35,84	481,31	1,22
2702	3	2	1	241,46	119,09	25,76	439,71	1,11
2421	3	2	2	190,75	69,13	12,01	299,06	0,63
2874	2	2	1	317,75	141,06	43,42	659,08	1,56
2419	2	2	2	323,67	142,32	43,58	649,98	1,52
2758	4	2	1	295,80	105,04	22,82	402,08	0,96
2527	4	2	2	259,39	96,37	20,49	289,44	0,75
2704	1	2	1	213,24	107,65	16,75	418,73	0,91
1548	1	2	2	263,54	130,27	22,90	584,78	1,48
2702	1	3	1	306,61	135,07	24,34	523,95	1,33
2421	1	3	2	315,55	135,93	24,89	447,24	1,12
2874	3	3	1	447,74	218,85	45,04	900,20	2,25
2419	3	3	2	286,00	154,14	33,71	617,29	1,29
2758	2	3	1	305,68	136,22	42,19	482,98	1,15
2527	2	3	2	199,05	82,47	25,97	313,62	0,73
2704	4	3	1	310,03	116,47	24,36	350,34	0,76
1548	4	3	2	360,53	133,43	28,03	532,91	1,36
2702	2	4	1	347,55	150,66	45,55	557,74	1,39
2421	2	4	2	325,93	137,00	40,35	418,03	0,79
2874	4	4	1	472,45	177,73	40,43	719,78	1,82
2887	4	4	2	447,31	162,11	37,10	630,39	1,60
2758	1	4	1	226,15	145,02	28,31	441,45	1,07
2527	1	4	2	268,56	123,70	23,49	427,20	1,09
2704	3	4	1	271,78	133,80	27,32	514,01	1,17
1548	3	4	2	266,27	130,17	26,80	521,61	1,31

Tabela 3A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade total da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos não-fibrosos (DCNF)

A	T	P	Q	DMS	DMO	DFDN
2702	4	1	1	72,06	73,94	72,01
2421	4	1	2	82,82	83,77	88,35
2874	1	1	1	60,71	62,30	66,78
2419	1	1	2	79,74	80,80	75,58
2758	3	1	1	74,88	76,12	75,29
2527	3	1	2	81,21	82,17	85,98
2704	2	1	1	77,00	77,77	70,65
1548	2	1	2	83,80	84,71	82,57
2702	3	2	1	79,88	81,65	72,68
2421	3	2	2	80,43	81,06	79,47
2874	2	2	1	80,82	81,90	76,98
2419	2	2	2	81,74	82,64	77,21
2758	4	2	1	77,50	79,50	76,00
2527	4	2	2	63,68	66,16	61,50
2704	1	2	1	83,48	84,48	78,06
1548	1	2	2	86,69	87,44	83,31
2702	1	3	1	74,98	76,33	70,80
2421	1	3	2	77,11	79,24	77,96
2874	3	3	1	79,70	81,07	72,77
2419	3	3	2	81,04	82,97	73,76
2758	2	3	1	75,08	76,52	71,44
2527	2	3	2	72,27	74,30	73,21
2704	4	3	1	70,64	72,54	67,63
1548	4	3	2	75,88	78,07	73,79
2702	2	4	1	72,97	74,68	71,87
2421	2	4	2	72,45	74,09	72,04
2874	4	4	1	72,85	74,37	70,75
2887	4	4	2	67,21	69,01	61,93
2758	1	4	1	70,03	71,25	52,90
2527	1	4	2	80,85	82,12	78,17
2704	3	4	1	79,50	80,94	74,04
1548	3	4	2	80,93	84,84	73,50

Tabela 4A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade total da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos não-fibrosos (DCNF)

A	T	P	Q	DPB	DEE	DCT	DCNF
2702	4	1	1	76,34	88,98	72,62	66,36
2421	4	1	2	88,40	91,90	81,88	73,60
2874	1	1	1	77,09	83,17	53,21	109,20
2419	1	1	2	83,22	86,64	79,90	83,35
2758	3	1	1	80,00	89,87	74,41	244,21
2527	3	1	2	81,52	92,28	81,78	546,43
2704	2	1	1	83,62	94,65	74,06	69,80
1548	2	1	2	86,57	95,89	83,25	79,85
2702	3	2	1	84,11	86,78	80,69	86,72
2421	3	2	2	83,86	81,29	80,34	69,84
2874	2	2	1	83,92	92,26	80,50	81,79
2419	2	2	2	85,47	91,69	81,10	82,45
2758	4	2	1	82,27	90,21	78,30	74,29
2527	4	2	2	70,01	86,42	64,10	57,53
2704	1	2	1	89,63	86,71	82,67	86,34
1548	1	2	2	90,05	89,78	86,66	89,49
2702	1	3	1	78,89	84,74	75,29	77,90
2421	1	3	2	82,54	87,80	77,92	49,38
2874	3	3	1	83,46	90,21	79,97	85,49
2419	3	3	2	83,92	91,39	82,25	88,47
2758	2	3	1	79,77	93,78	74,16	71,85
2527	2	3	2	80,18	93,83	70,59	77,40
2704	4	3	1	77,47	92,29	70,27	63,94
1548	4	3	2	80,32	91,21	76,88	77,55
2702	2	4	1	77,00	90,59	72,76	66,44
2421	2	4	2	81,35	91,92	70,32	19,29
2874	4	4	1	75,29	90,83	73,25	72,18
2887	4	4	2	71,93	87,42	67,31	71,51
2758	1	4	1	75,89	86,82	69,01	79,41
2527	1	4	2	84,63	84,91	81,27	82,09
2704	3	4	1	82,14	83,62	80,49	85,66
1548	3	4	2	85,90	84,91	84,57	96,93

Tabela 5A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS), da matéria orgânica (DRMO), da fibra em detergente neutro (DRFDN) e da proteína bruta (DRPB)

A	T	P	Q	DRMS	DRMO	DRFDN	DRPB
2702	4	1	1	51,41	58,02	52,57	40,35
2421	4	1	2	57,68	65,87	62,68	50,73
2874	1	1	1	71,87	75,89	71,89	68,48
2419	1	1	2	47,71	56,36	49,88	31,14
2758	3	1	1	48,52	56,55	50,55	39,89
2527	3	1	2	42,55	50,86	35,54	32,17
2704	2	1	1	64,00	68,78	64,02	54,39
1548	2	1	2	55,52	62,78	62,71	39,18
2702	3	2	1	64,96	70,36	66,20	52,23
2421	3	2	2	52,64	60,16	54,44	46,04
2874	2	2	1	49,82	56,53	57,60	32,03
2419	2	2	2	37,60	44,83	43,19	19,34
2758	4	2	1	36,89	46,11	48,90	17,57
2527	4	2	2	19,21	32,00	26,11	0,22
2704	1	2	1	63,61	68,73	63,66	58,83
1548	1	2	2	56,77	63,71	57,94	49,74
2702	1	3	1	60,94	67,64	60,40	50,89
2421	1	3	2	69,71	79,23	67,43	58,92
2874	3	3	1	46,62	53,89	52,03	15,64
2419	3	3	2	56,79	62,81	59,68	32,40
2758	2	3	1	41,42	50,87	46,50	19,95
2527	2	3	2	37,50	45,82	37,54	21,61
2704	4	3	1	57,61	64,12	57,99	49,21
1548	4	3	2	47,24	56,88	52,40	38,07
2702	2	4	1	50,68	56,81	48,67	41,56
2421	2	4	2	25,79	36,46	26,85	11,43
2874	4	4	1	32,48	42,63	42,13	7,28
2887	4	4	2	43,52	51,74	44,49	32,15
2758	1	4	1	79,21	82,66	80,34	69,50
2527	1	4	2	51,92	58,26	53,24	24,24
2704	3	4	1	45,69	52,84	49,15	19,36
1548	3	4	2	46,34	56,01	50,78	23,49

Tabela 6A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em percentual, à digestibilidade ruminal do extrato etéreo (DREE), dos carboidratos não-fibrosos (DRCNF) e dos carboidratos totais (DRCT)

A	T	P	Q	DREE	DRCNF	DRCT
2702	4	1	1	-3,28	88,58	65,35
2421	4	1	2	27,62	87,24	71,40
2874	1	1	1	33,81	89,62	79,66
2419	1	1	2	-14,75	86,62	65,99
2758	3	1	1	7,05	78,71	63,15
2527	3	1	2	44,99	80,82	55,79
2704	2	1	1	34,30	89,45	75,27
1548	2	1	2	29,19	80,73	71,61
2702	3	2	1	41,76	88,74	76,28
2421	3	2	2	4,91	81,18	66,40
2874	2	2	1	30,87	75,58	64,96
2419	2	2	2	0,42	65,40	55,00
2758	4	2	1	-8,06	67,80	55,60
2527	4	2	2	-34,28	73,40	42,88
2704	1	2	1	20,37	84,45	73,42
1548	1	2	2	-6,86	85,02	70,43
2702	1	3	1	39,50	89,55	73,18
2421	1	3	2	59,14	94,55	85,32
2874	3	3	1	18,45	81,37	65,15
2419	3	3	2	21,33	88,19	72,43
2758	2	3	1	-0,95	83,81	63,05
2527	2	3	2	5,47	76,49	55,34
2704	4	3	1	32,28	89,77	69,26
1548	4	3	2	2,08	85,46	64,12
2702	2	4	1	18,06	85,77	63,86
2421	2	4	2	0,43	73,26	45,86
2874	4	4	1	1,64	72,86	53,03
2887	4	4	2	34,28	80,41	57,23
2758	1	4	1	57,76	95,42	87,14
2527	1	4	2	-8,30	90,43	69,94
2704	3	4	1	-0,05	81,86	63,78
1548	3	4	2	3,37	86,36	66,70

Tabela 7A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d⁻¹, ao consumo de nitrogênio (CN), ao nitrogênio excretado nas fezes (NF), ao nitrogênio metabólico fecal (NMF) e ao nitrogênio indigerível nas fezes (NIF)

A	T	P	Q	CN	NF	NMF	NIF
2702	4	1	1	12,49	2,98	1,92	1,06
2421	4	1	2	13,45	1,48	1,88	-0,40
2874	1	1	1	9,82	2,76	1,05	1,72
2419	1	1	2	15,54	2,59	2,21	0,38
2758	3	1	1	7,59	1,48	1,14	0,34
2527	3	1	2	4,66	0,76	0,75	0,01
2704	2	1	1	15,25	2,55	2,09	0,45
1548	2	1	2	17,94	2,45	2,55	-0,10
2702	3	2	1	17,73	2,83	2,47	0,36
2421	3	2	2	11,85	1,86	1,72	0,14
2874	2	2	1	25,27	3,98	3,60	0,38
2419	2	2	2	24,96	3,60	3,55	0,05
2758	4	2	1	14,88	2,40	2,28	0,12
2527	4	2	2	14,06	4,29	2,04	2,25
2704	1	2	1	17,70	1,79	2,27	-0,48
1548	1	2	2	21,32	2,07	3,04	-0,98
2702	1	3	1	21,86	4,69	3,18	1,51
2421	1	3	2	18,29	3,23	2,58	0,65
2874	3	3	1	35,18	5,86	5,03	0,84
2419	3	3	2	23,15	3,46	3,31	0,15
2758	2	3	1	19,90	3,97	2,81	1,16
2527	2	3	2	14,34	2,80	1,91	0,90
2704	4	3	1	15,57	3,45	2,25	1,20
1548	4	3	2	20,65	4,15	3,11	1,03
2702	2	4	1	23,69	5,40	3,36	2,03
2421	2	4	2	19,90	3,85	2,60	1,24
2874	4	4	1	28,96	7,14	4,42	2,71
2887	4	4	2	27,15	7,57	4,18	3,39
2758	1	4	1	21,87	5,21	2,85	2,36
2527	1	4	2	16,93	2,51	2,38	0,13
2704	3	4	1	20,18	3,84	2,90	0,94
1548	3	4	2	19,29	2,76	2,80	-0,05

Tabela 8A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g.d⁻¹, ao nitrogênio excretado na urina (NU), ao nitrogênio urinário endógeno (NUE), ao nitrogênio urinário exógeno (NUE_x) e ao balanço de nitrogênio (BN)

A	T	P	Q	NU	NUE	NUE _x	BN
2702	4	1	1	3,60	2,40	1,20	10,23
2421	4	1	2	7,50	4,04	3,46	10,38
2874	1	1	1	7,68	2,84	4,84	3,27
2419	1	1	2	2,71	3,40	-0,70	15,85
2758	3	1	1	5,51	2,96	2,54	6,72
2527	3	1	2	3,35	3,67	-0,32	4,97
2704	2	1	1	6,06	2,77	3,29	11,50
1548	2	1	2	2,76	3,01	-0,25	18,29
2702	3	2	1	5,02	2,34	2,69	14,68
2421	3	2	2	3,45	3,61	-0,17	11,87
2874	2	2	1	5,07	2,98	2,10	22,79
2419	2	2	2	7,82	3,33	4,49	20,42
2758	4	2	1	2,64	2,91	-0,28	15,04
2527	4	2	2	6,28	3,63	2,65	9,16
2704	1	2	1	3,51	2,72	0,79	17,39
1548	1	2	2	4,41	3,03	1,38	20,92
2702	1	3	1	7,76	2,27	5,49	14,86
2421	1	3	2	2,56	3,56	-0,99	18,64
2874	3	3	1	8,05	3,11	4,95	29,40
2419	3	3	2	7,96	3,31	4,65	18,35
2758	2	3	1	4,18	2,96	1,22	17,52
2527	2	3	2	8,02	3,20	4,81	8,63
2704	4	3	1	12,01	2,77	9,24	5,13
1548	4	3	2	6,93	3,06	3,87	15,74
2702	2	4	1	9,01	2,21	6,80	14,85
2421	2	4	2	8,44	3,52	4,91	13,74
2874	4	4	1	7,32	3,24	4,08	22,16
2887	4	4	2	5,38	2,25	3,13	20,63
2758	1	4	1	16,52	2,96	13,56	5,95
2527	1	4	2	11,40	2,77	8,63	8,17
2704	3	4	1	6,48	2,79	3,69	15,55
1548	3	4	2	9,58	3,07	6,51	12,83

Tabela 9A – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à proteína verdadeiramente digerida (PVD), em g.d⁻¹, valor biológico real (VBR) e relação entre nitrogênio urinário exógeno e proteína verdadeiramente digerida (NUEx/PVD), em porcentagem

A	T	P	Q	PVD	VBR	NUEx/PVD
2702	4	1	1	11,43	90,38	9,62
2421	4	1	2	13,85	87,82	12,18
2874	1	1	1	8,10	63,58	42,61
2419	1	1	2	15,15	96,32	7,46
2758	3	1	1	7,25	84,37	15,63
2527	3	1	2	4,65	82,78	17,22
2704	2	1	1	14,80	78,02	21,98
1548	2	1	2	18,04	94,60	1,24
2702	3	2	1	17,37	84,69	15,31
2421	3	2	2	11,71	95,24	4,76
2874	2	2	1	24,89	93,00	7,00
2419	2	2	2	24,90	76,32	23,68
2758	4	2	1	14,76	98,83	1,17
2527	4	2	2	11,81	83,30	23,30
2704	1	2	1	18,18	91,65	4,46
1548	1	2	2	22,29	90,78	9,22
2702	1	3	1	20,35	73,10	22,78
2421	1	3	2	17,64	103,33	-3,33
2874	3	3	1	34,35	81,11	18,89
2419	3	3	2	23,00	78,72	21,28
2758	2	3	1	18,74	93,14	6,86
2527	2	3	2	13,44	64,11	35,89
2704	4	3	1	14,37	72,61	27,39
1548	4	3	2	19,62	80,57	19,43
2702	2	4	1	21,66	68,44	31,56
2421	2	4	2	18,65	72,34	27,66
2874	4	4	1	26,25	84,68	15,32
2887	4	4	2	23,77	86,84	13,16
2758	1	4	1	19,51	39,15	60,85
2527	1	4	2	16,80	71,22	55,55
2704	3	4	1	19,24	81,17	18,83
1548	3	4	2	19,34	66,07	33,93

Tabela 1B - Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, do conteúdo ruminal sólido (SOL), líquido (LIQ), total, matéria seca ruminal (MSR) e matéria orgânica ruminal (MOR)

A	T	P	Q	SOL	LIQ	TOTAL	MSRg	MORg
2702	4	1	1	653	1458	2112	163,34	141,59
2421	4	1	2	1602	2473	4075	446,46	393,12
2874	1	1	1	568	3520	4088	192,78	153,73
2419	1	1	2	1020	2457	3477	263,70	219,14
2758	3	1	1	1097	1977	3073	279,99	241,88
2527	3	1	2	767	1945	2712	175,48	143,17
2704	2	1	1	1307	2528	3835	315,48	273,94
1548	2	1	2	2112	3187	5298	476,12	419,13
2702	3	2	1	1448	2417	3865	337,69	290,12
2421	3	2	2	1163	2552	3715	272,39	223,68
2874	2	2	1	1838	3273	5112	440,41	361,62
2419	2	2	2	970	2157	4063	435,83	387,62
2758	4	2	1	1773	2060	3835	361,53	319,36
2527	4	2	2	1730	2256	4034	394,49	348,50
2704	1	2	1	1390	2817	4210	342,51	291,33
1548	1	2	2	2650	4287	6937	609,14	522,85
2702	1	3	1	1170	1430	2600	267,49	234,88
2421	1	3	2	1945	3120	5065	473,00	413,77
2874	3	3	1	1942	2612	4553	452,86	399,17
2419	3	3	2	1628	1915	3543	367,24	323,28
2758	2	3	1	1565	2150	3715	377,60	332,49
2527	2	3	2	665	2332	2990	167,57	142,54
2704	4	3	1	1607	1838	3445	370,67	332,13
1548	4	3	2	2782	3182	5963	544,71	476,99
2702	2	4	1	1525	2445	3970	351,27	311,10
2421	2	4	2	1315	2951	5165	369,00	317,84
2874	4	4	1	2428	3122	5550	561,14	500,79
2887	4	4	2	1263	1662	3258	334,98	297,57
2758	1	4	1	1685	2525	4210	375,54	329,81
2527	1	4	2	1217	2043	3260	279,65	248,52
2704	3	4	1	1242	2057	3298	305,76	268,56
1548	3	4	2	2300	3860	6160	528,04	453,58

Tabela 2B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso, em gramas, da proteína bruta ruminal (PBR), do extrato etéreo ruminal (EER), da fibra em detergente neutro ruminal (FDNR), dos carboidratos não-fibrosos ruminais (CNFR) e dos carboidratos totais ruminais (CTR)

A	T	P	Q	PBR	EER	FDNR	CNFR	CTR
2702	4	1	1	30,02	1,29	89,48	20,79	110,27
2421	4	1	2	84,25	4,62	244,39	59,86	304,25
2874	1	1	1	36,51	2,75	81,65	32,82	114,47
2419	1	1	2	54,17	4,74	122,20	38,03	160,23
2758	3	1	1	62,06	4,66	139,59	35,56	175,15
2527	3	1	2	38,30	6,19	115,25	-16,57	98,69
2704	2	1	1	63,84	12,54	156,07	41,50	197,56
1548	2	1	2	83,07	21,24	245,18	69,63	314,81
2702	3	2	1	71,89	10,03	177,69	30,51	208,20
2421	3	2	2	46,37	10,21	143,05	24,05	167,10
2874	2	2	1	80,41	19,07	242,29	19,85	262,14
2419	2	2	2	85,12	19,07	239,88	43,54	283,43
2758	4	2	1	65,94	4,55	212,17	36,70	248,87
2527	4	2	2	76,51	6,81	226,96	38,21	265,17
2704	1	2	1	73,03	12,49	171,19	34,61	205,80
1548	1	2	2	120,01	9,21	332,94	60,69	393,63
2702	1	3	1	60,73	8,17	148,28	17,70	165,98
2421	1	3	2	106,56	13,94	243,26	50,00	293,26
2874	3	3	1	106,91	13,57	222,64	56,05	278,69
2419	3	3	2	74,86	12,91	196,53	38,97	235,51
2758	2	3	1	79,04	10,81	208,18	34,46	242,64
2527	2	3	2	31,99	5,24	90,67	14,64	105,31
2704	4	3	1	71,11	8,74	213,73	38,56	252,29
1548	4	3	2	97,82	5,39	312,28	61,50	373,78
2702	2	4	1	70,15	6,43	198,48	36,04	234,52
2421	2	4	2	75,49	8,74	187,95	45,65	233,61
2874	4	4	1	113,59	20,85	315,58	50,76	366,35
2887	4	4	2	63,37	6,25	207,70	20,26	227,96
2758	1	4	1	83,59	8,32	205,13	32,77	237,90
2527	1	4	2	64,44	6,42	146,86	30,79	177,66
2704	3	4	1	69,91	7,85	153,23	37,58	190,81
1548	3	4	2	114,75	15,47	274,49	48,88	323,37

Tabela 3B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à taxa de passagem (kp), em $\% \cdot h^{-1}$, aos fluxos, em kg/dia, de matéria seca (FMS), matéria orgânica (FMO), fibra em detergente neutro (FFDN) e proteína bruta (FPB) para o omaso

A	T	P	Q	kp	FMS	FMO	FFDN	FPB
2702	4	1	1	0,0473	0,219	0,178	0,101	0,046
2421	4	1	2	0,0140	0,202	0,162	0,079	0,050
2874	1	1	1	0,0136	0,291	0,227	0,120	0,068
2419	1	1	2	0,0294	0,388	0,320	0,168	0,084
2758	3	1	1	0,0165	0,186	0,141	0,078	0,037
2527	3	1	2	0,0160	0,191	0,152	0,074	0,040
2704	2	1	1	0,0175	0,183	0,118	0,080	0,046
1548	2	1	2	0,0125	0,452	0,364	0,185	0,099
2702	3	2	1	0,0168	0,069	0,056	0,028	0,014
2421	3	2	2	0,0171	0,423	0,345	0,148	0,105
2874	2	2	1	0,0206	0,628	0,515	0,228	0,181
2419	2	2	2	0,0274	0,699	0,560	0,284	0,165
2758	4	2	1	0,0230	0,270	0,212	0,105	0,066
2527	4	2	2	0,0271	0,518	0,431	0,196	0,123
2704	1	2	1	0,0185	0,335	0,274	0,126	0,095
1548	1	2	2	0,0116	0,552	0,445	0,257	0,114
2702	1	3	1	0,0347	0,138	0,110	0,054	0,029
2421	1	3	2	0,0175	0,337	0,271	0,129	0,075
2874	3	3	1	0,0343	0,385	0,304	0,146	0,096
2419	3	3	2	0,0260	0,139	0,109	0,053	0,038
2758	2	3	1	0,0223	0,101	0,082	0,046	0,022
2527	2	3	2	0,0333	0,387	0,307	0,167	0,082
2704	4	3	1	0,0206	0,279	0,228	0,116	0,064
1548	4	3	2	0,0182	0,267	0,219	0,106	0,078
2702	2	4	1	0,0290	0,176	0,144	0,073	0,041
2421	2	4	2	0,0308	0,193	0,156	0,078	0,041
2874	4	4	1	0,0292	0,223	0,178	0,105	0,046
2887	4	4	2	0,0525	0,369	0,304	0,140	0,100
2758	1	4	1	0,0086	0,266	0,209	0,092	0,066
2527	1	4	2	0,0283	0,308	0,244	0,122	0,066
2704	3	4	1	0,0317	0,385	0,296	0,164	0,077
1548	3	4	2	0,0164	0,352	0,274	0,131	0,091

Tabela 4B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em kg/dia, de extrato etéreo (FEE), carboidratos não-fibrosos (FCNF) e carboidratos totais (FCT) para o omaso

A	T	P	Q	FEE	FCNF	FCT
2702	4	1	1	0,018	0,013	0,114
2421	4	1	2	0,012	0,021	0,100
2874	1	1	1	0,015	0,025	0,145
2419	1	1	2	0,036	0,032	0,200
2758	3	1	1	0,012	0,015	0,092
2527	3	1	2	0,014	0,025	0,099
2704	2	1	1	0,008	0,010	0,064
1548	2	1	2	0,034	0,047	0,232
2702	3	2	1	0,005	0,008	0,036
2421	3	2	2	0,032	0,059	0,207
2874	2	2	1	0,035	0,072	0,300
2419	2	2	2	0,039	0,073	0,357
2758	4	2	1	0,019	0,022	0,127
2527	4	2	2	0,046	0,067	0,262
2704	1	2	1	0,022	0,030	0,156
1548	1	2	2	0,025	0,050	0,307
2702	1	3	1	0,009	0,019	0,072
2421	1	3	2	0,022	0,045	0,174
2874	3	3	1	0,037	0,025	0,170
2419	3	3	2	0,009	0,009	0,062
2758	2	3	1	0,004	0,011	0,057
2527	2	3	2	0,025	0,033	0,200
2704	4	3	1	0,024	0,024	0,140
1548	4	3	2	0,019	0,015	0,121
2702	2	4	1	0,018	0,012	0,085
2421	2	4	2	0,014	0,024	0,102
2874	4	4	1	0,014	0,014	0,119
2887	4	4	2	0,025	0,040	0,180
2758	1	4	1	0,024	0,027	0,119
2527	1	4	2	0,025	0,031	0,153
2704	3	4	1	0,027	0,028	0,192
1548	3	4	2	0,023	0,029	0,160

Tabela 5B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de matéria seca (FPMS), de matéria orgânica (FPMO), fibra em detergente neutro (FPFDN) e proteína bruta (FPPB) chegando ao omaso

A	T	P	Q	FPMS	FPMO	FPFDN	FPPB
2702	4	1	1	48,59	41,98	47,43	59,65
2421	4	1	2	35,04	29,64	33,80	47,77
2874	1	1	1	39,06	32,36	39,60	49,11
2419	1	1	2	49,32	43,19	51,33	58,44
2758	3	1	1	42,32	34,13	37,32	49,27
2527	3	1	2	47,36	39,84	45,56	53,96
2704	2	1	1	30,29	20,77	32,57	41,08
1548	2	1	2	74,21	63,54	73,15	88,57
2702	3	2	1	28,13	24,11	28,11	31,52
2421	3	2	2	50,18	43,47	42,40	67,97
2874	2	2	1	53,38	46,11	47,97	84,36
2419	2	2	2	67,52	57,37	57,87	92,72
2758	4	2	1	52,29	43,64	50,12	68,86
2527	4	2	2	62,40	55,17	56,81	80,66
2704	1	2	1	43,21	37,19	40,32	67,60
1548	1	2	2	56,48	48,26	55,51	67,85
2702	1	3	1	51,48	43,45	49,45	60,11
2421	1	3	2	63,11	53,89	51,10	82,43
2874	3	3	1	58,58	49,13	53,50	80,05
2419	3	3	2	20,79	17,34	19,66	30,50
2758	2	3	1	57,45	49,14	64,46	67,83
2527	2	3	2	80,79	68,00	73,89	99,78
2704	4	3	1	62,50	54,18	62,46	78,39
1548	4	3	2	48,08	41,74	46,76	75,76
2702	2	4	1	36,00	31,22	35,98	45,61
2421	2	4	2	36,39	31,27	36,34	41,17
2874	4	4	1	42,39	35,88	42,01	50,79
2887	4	4	2	54,31	47,16	50,85	80,64
2758	1	4	1	44,48	37,22	37,29	60,82
2527	1	4	2	43,23	36,29	42,06	50,26
2704	3	4	1	52,76	43,12	47,60	61,93
1548	3	4	2	53,66	43,99	49,22	76,51

Tabela 6B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos fluxos, em porcentagem do total consumido, de extrato etéreo (FPEE), carboidratos não-fibrosos (FPCNF) e carboidratos solúveis totais (FPCT) chegando ao omaso

A	T	P	Q	FPEE	FPCNF	FPCT
2702	4	1	1	103,28	11,42	34,65
2421	4	1	2	58,24	11,26	23,72
2874	1	1	1	60,50	10,45	26,82
2419	1	1	2	81,94	14,23	36,14
2758	3	1	1	72,38	12,76	28,60
2527	3	1	2	95,09	18,82	33,60
2704	2	1	1	40,86	5,45	14,68
1548	2	1	2	99,57	26,74	54,14
2702	3	2	1	66,19	10,38	20,34
2421	3	2	2	69,13	24,42	35,04
2874	2	2	1	81,55	18,63	34,85
2419	2	2	2	98,36	27,14	46,97
2758	4	2	1	114,75	13,38	34,01
2527	4	2	2	99,58	34,60	45,00
2704	1	2	1	78,67	11,81	27,57
1548	1	2	2	65,72	19,59	42,77
2702	1	3	1	92,95	21,29	36,85
2421	1	3	2	108,06	32,20	44,40
2874	3	3	1	100,95	16,19	36,95
2419	3	3	2	42,24	4,58	12,86
2758	2	3	1	55,01	19,18	44,21
2527	2	3	2	134,28	26,60	57,12
2704	4	3	1	94,53	23,51	44,66
1548	4	3	2	108,30	9,57	30,06
2702	2	4	1	65,70	10,55	24,73
2421	2	4	2	79,63	15,55	26,58
2874	4	4	1	67,72	10,23	30,74
2887	4	4	2	100,05	18,14	36,22
2758	1	4	1	70,81	19,27	28,39
2527	1	4	2	106,86	14,98	29,57
2704	3	4	1	97,92	14,54	35,88
1548	3	4	2	96,63	13,64	33,30

Tabela 7B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao pH nos tempos de coleta após alimentação da manhã (0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas)

A	T	P	Q	0	2	4	6	8	10
2702	4	1	1	6,58	6,52	6,57	6,40	6,37	6,39
2421	4	1	2	6,52	6,42	6,32	6,33	6,42	6,16
2874	1	1	1	6,42	6,22	6,28	6,41	6,35	6,28
2419	1	1	2	6,30	6,08	6,53	5,80	5,75	5,73
2758	3	1	1	6,51	6,61	6,46	6,51	6,48	6,39
2527	3	1	2	6,64	6,40	6,48	6,55	6,56	6,31
2704	2	1	1	6,74	6,36	6,15	6,09	6,22	5,92
1548	2	1	2	6,63	6,52	6,51	6,51	6,57	6,43
2702	3	2	1	6,52	6,26	6,18	6,25	6,24	5,95
2421	3	2	2	6,49	6,38	6,44	6,32	6,06	5,87
2874	2	2	1	6,47	6,37	6,21	6,17	6,37	6,08
2419	2	2	2	6,47	6,39	6,29	6,18	6,12	6,15
2758	4	2	1	6,29	6,30	6,18	6,04	6,15	6,00
2527	4	2	2	6,58	6,39	6,31	6,25	6,36	6,11
2704	1	2	1	6,59	5,22	6,03	6,02	6,23	6,01
1548	1	2	2	6,58	6,46	6,37	6,22	6,21	6,01
2702	1	3	1	6,70	6,31	6,12	6,38	6,44	6,14
2421	1	3	2	6,55	6,21	6,15	6,20	6,27	6,05
2874	3	3	1	6,63	6,10	5,59	6,02	6,18	5,80
2419	3	3	2	6,21	6,16	6,07	5,90	5,87	5,77
2758	2	3	1	6,77	6,50	6,15	6,41	6,57	6,22
2527	2	3	2	6,50	5,88	6,07	6,45	6,65	6,04
2704	4	3	1	6,58	6,30	6,37	6,31	6,51	6,16
1548	4	3	2	6,55	6,34	6,12	6,13	6,26	6,05
2702	2	4	1	6,64	6,41	6,17	6,03	6,08	5,94
2421	2	4	2	6,64	6,35	6,23	6,21	6,38	5,95
2874	4	4	1	6,62	6,35	6,10	6,15	6,19	5,98
2887	4	4	2	6,93	6,49	6,54	6,40	6,62	6,03
2758	1	4	1	6,49	6,16	6,07	5,81	5,88	6,01
2527	1	4	2	6,82	6,39	6,21	6,38	6,39	6,16
2704	3	4	1	6,77	6,17	6,03	6,24	6,43	5,64
1548	3	4	2	6,42	6,00	6,17	6,18	6,13	5,84

Tabela 8B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao pH nos tempos de coleta após alimentação da manhã (12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas)

A	T	P	Q	12	14	16	18	20	22
2702	4	1	1	6,43	6,15	6,11	6,22	6,30	6,14
2421	4	1	2	5,86	5,99	6,08	6,17	6,30	6,35
2874	1	1	1	6,01	6,04	6,19	6,44	6,59	6,72
2419	1	1	2	5,58	5,55	5,48	5,63	5,77	5,98
2758	3	1	1	6,07	5,91	6,03	5,81	5,96	6,05
2527	3	1	2	6,12	6,30	6,32	6,46	6,53	6,71
2704	2	1	1	6,07	5,99	5,79	6,05	6,11	6,19
1548	2	1	2	6,27	6,25	6,31	6,36	6,44	6,50
2702	3	2	1	5,85	5,80	5,91	6,05	6,17	6,35
2421	3	2	2	5,98	5,93	6,09	6,23	6,24	6,38
2874	2	2	1	5,94	6,03	6,18	6,40	6,52	6,65
2419	2	2	2	6,04	6,03	6,16	6,26	6,37	6,59
2758	4	2	1	5,88	5,98	5,97	6,05	6,13	6,08
2527	4	2	2	5,80	5,95	5,93	6,04	6,15	6,25
2704	1	2	1	5,91	6,06	6,13	6,32	6,56	6,73
1548	1	2	2	5,97	5,96	6,00	6,09	6,19	6,30
2702	1	3	1	6,21	5,53	5,64	5,89	5,87	6,03
2421	1	3	2	5,85	5,73	5,87	6,03	6,15	6,40
2874	3	3	1	6,67	5,52	5,80	5,91	6,18	6,31
2419	3	3	2	5,24	5,47	5,47	5,70	5,83	6,25
2758	2	3	1	5,96	6,09	6,08	5,91	6,29	6,40
2527	2	3	2	6,01	6,05	5,78	6,04	6,32	6,74
2704	4	3	1	5,99	5,87	5,61	5,69	5,88	5,97
1548	4	3	2	5,87	6,04	6,09	6,13	6,16	6,28
2702	2	4	1	5,44	5,68	5,86	5,90	6,22	6,53
2421	2	4	2	5,87	5,81	5,89	6,00	6,29	6,53
2874	4	4	1	5,53	5,82	5,60	5,90	5,98	6,46
2887	4	4	2	5,07	5,82	6,02	6,15	6,29	6,46
2758	1	4	1	5,48	5,57	5,56	5,83	5,93	6,21
2527	1	4	2	6,00	6,13	6,13	6,18	6,44	6,60
2704	3	4	1	5,10	5,52	5,67	6,09	6,27	6,44
1548	3	4	2	5,77	5,93	5,96	6,12	6,17	6,28

Tabela 9B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à amônia ruminal (NH₃) nos tempos de coleta após alimentação da manhã (0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas)

A	T	P	Q	0	2	4	6	8	10
2702	4	1	1	23,2	21,5	17,7	18,5	16,0	13,2
2421	4	1	2	15,8	42,3	30,0	20,8	22,6	22,8
2874	1	1	1	19,4	36,4	9,6	8,7	10,0	14,9
2419	1	1	2	20,8	29,1	18,9	14,5	15,1	19,4
2758	3	1	1	36,8	23,4	15,8	17,4	14,3	16,4
2527	3	1	2	20,4	25,7	13,4	11,5	7,0	16,0
2704	2	1	1	38,5	22,3	12,6	12,8	12,3	28,9
1548	2	1	2	29,1	30,9	16,2	19,1	15,8	22,4
2702	3	2	1	23,1	22,6	14,4	15,0	17,3	19,7
2421	3	2	2	15,8	24,3	17,0	17,2	11,7	15,7
2874	2	2	1	23,6	18,9	19,1	20,9	18,9	26,4
2419	2	2	2	24,5	21,1	24,1	16,4	16,6	21,1
2758	4	2	1	15,5	25,7	24,5	22,4	19,8	24,9
2527	4	2	2	17,4	28,0	18,7	18,1	15,8	23,1
2704	1	2	1	16,8	28,9	24,1	14,5	15,5	28,9
1548	1	2	2	23,2	28,1	26,4	24,5	17,5	27,5
2702	1	3	1	22,1	29,4	22,1	17,9	24,5	48,1
2421	1	3	2	26,6	46,4	23,8	20,2	21,7	46,6
2874	3	3	1	28,1	23,0	19,4	14,9	26,0	26,2
2419	3	3	2	16,4	14,9	9,8	11,9	21,9	16,4
2758	2	3	1	28,3	21,1	13,4	10,0	14,9	26,6
2527	2	3	2	16,4	16,8	8,7	6,0	8,7	8,1
2704	4	3	1	13,6	23,6	12,5	18,5	13,0	16,6
1548	4	3	2	20,6	36,0	18,5	19,2	14,5	33,0
2702	2	4	1	21,8	19,1	20,5	10,7	9,8	15,5
2421	2	4	2	20,0	20,7	16,5	11,7	22,2	25,4
2874	4	4	1	21,5	22,4	15,4	11,1	14,1	27,6
2887	4	4	2	11,5	24,2	12,2	16,5	10,4	23,5
2758	1	4	1	29,2	44,6	43,5	30,9	34,4	26,3
2527	1	4	2	18,7	24,6	26,5	30,0	29,8	26,8
2704	3	4	1	18,7	17,0	8,7	12,8	17,4	19,4
1548	3	4	2	25,4	29,8	16,8	19,2	22,6	27,6

Tabela 10B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à amônia ruminal (NH₃) nos tempos de coleta após alimentação da manhã (12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas)

A	T	P	Q	12	14	16	18	20	22
2702	4	1	1	53,6	15,3	13,4	19,4	15,7	16,8
2421	4	1	2	24,0	22,2	22,8	24,7	26,4	26,8
2874	1	1	1	23,0	22,4	21,1	18,7	19,8	18,1
2419	1	1	2	22,0	23,6	21,7	16,6	23,4	24,0
2758	3	1	1	22,4	14,3	14,9	22,4	18,5	19,4
2527	3	1	2	14,5	10,8	10,2	12,6	9,2	29,1
2704	2	1	1	26,2	15,8	26,0	32,1	28,5	27,9
1548	2	1	2	25,1	22,1	7,9	28,3	28,7	38,9
2702	3	2	1	20,6	25,5	18,6	20,4	16,3	24,2
2421	3	2	2	13,4	14,1	17,4	22,6	17,7	15,7
2874	2	2	1	27,9	24,0	27,2	27,0	24,1	23,2
2419	2	2	2	15,7	20,0	14,0	30,9	19,6	21,5
2758	4	2	1	30,4	23,6	24,5	17,4	14,0	12,3
2527	4	2	2	27,0	18,5	19,0	20,9	18,3	13,3
2704	1	2	1	27,5	18,1	18,1	19,6	15,7	15,7
1548	1	2	2	23,2	23,0	23,2	24,0	20,0	20,8
2702	1	3	1	44,3	36,6	20,4	30,7	35,0	42,9
2421	1	3	2	47,7	33,5	38,7	37,4	34,4	28,7
2874	3	3	1	24,7	26,1	24,8	22,2	22,8	20,9
2419	3	3	2	23,2	75,9	18,9	21,1	20,5	10,9
2758	2	3	1	19,6	31,8	40,7	35,3	40,0	49,0
2527	2	3	2	12,8	17,0	26,1	15,4	16,3	22,4
2704	4	3	1	22,3	26,3	24,8	24,4	22,9	24,0
1548	4	3	2	38,9	24,4	33,3	27,6	23,1	25,0
2702	2	4	1	17,2	13,9	15,0	12,8	15,9	22,2
2421	2	4	2	15,0	16,7	13,7	18,7	22,0	22,9
2874	4	4	1	20,2	19,6	19,4	16,8	20,2	17,2
2887	4	4	2	23,7	20,5	17,2	15,9	19,6	20,0
2758	1	4	1	42,2	39,4	71,1	41,1	42,4	33,3
2527	1	4	2	25,2	27,8	28,1	33,3	26,3	29,8
2704	3	4	1	17,0	16,7	19,6	19,2	25,0	25,5
1548	3	4	2	29,1	20,4	24,6	22,2	30,0	48,1

Tabela 11B – Período (P), quadrado (Q), animal (A), tratamento (T) e valores referentes, em g/dia, ao fluxo de proteína bruta microbiana (FPMic) e à eficiência de síntese microbiana, em g de proteína microbiana por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (PMicMODR), em g de proteína microbiana de carboidratos totais degradados no rúmen (PMicCTDR) e em g de nitrogênio por kg de NDT consumido (PMicNDT)

A	T	P	Q	FPMic	PMicMODR	PMicCTDR	PMicNDT
2702	4	1	1	29,16	118,20	185,08	95,32
2421	4	1	2	46,03	167,59	290,10	111,46
2874	1	1	1	56,45	157,62	235,23	135,30
2419	1	1	2	47,66	173,57	241,62	131,44
2758	3	1	1	59,13	164,24	227,40	111,33
2527	3	1	2	56,26	156,27	216,37	115,83
2704	2	1	1	78,93	249,52	458,14	209,37
1548	2	1	2	48,63	137,97	212,87	101,99
2702	3	2	1	59,14	151,33	280,24	126,65
2421	3	2	2	59,13	256,00	227,40	126,61
2874	2	2	1	158,50	353,98	530,25	133,48
2419	2	2	2	90,88	260,10	319,09	279,42
2758	4	2	1	37,75	161,31	198,87	87,71
2527	4	2	2	22,05	64,84	131,94	66,84
2704	1	2	1	43,47	126,48	248,07	96,57
1548	1	2	2	36,01	84,16	138,62	90,68
2702	1	3	1	68,08	143,63	251,25	226,94
2421	1	3	2	32,51	71,29	114,35	89,81
2874	3	3	1	69,30	192,50	266,54	148,40
2419	3	3	2	46,21	98,95	153,15	122,01
2758	2	3	1	24,99	78,62	97,77	66,30
2527	2	3	2	37,91	189,82	245,77	106,08
2704	4	3	1	116,44	361,01	647,95	87,80
1548	4	3	2	35,71	90,43	210,08	72,77
2702	2	4	1	45,36	107,57	170,19	123,00
2421	2	4	2	21,26	99,72	104,50	48,20
2874	4	4	1	46,06	110,43	270,96	111,53
2887	4	4	2	35,08	73,44	206,38	68,99
2758	1	4	1	33,31	63,69	128,79	83,69
2527	1	4	2	45,36	148,51	208,38	91,52
2704	3	4	1	59,59	174,64	235,69	127,60
1548	3	4	2	64,40	184,17	246,30	135,76