

Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína na dieta sobre o desempenho, fermentação ruminal e parâmetros sanguíneos de vacas da raça Holandesa em final de lactação

Hugo Imaizumi¹, Flávio Augusto Portela Santos^{1*}, Alexandre Vaz Pires¹, Carla Maris Bittar Nussio², Éberson de Castilho Barnabé³ e Sérgio de Oliveira Juchem⁴

¹Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo/Esalq, setor de Ruminantes, C.P. 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. ²Embrapa-Pecuária Sudeste, C. P. 339, 13560-970, São Carlos, São Paulo, Brasil. ³Engenheiro agrônomo. ⁴Médico Veterinário. *Autor para correspondência. fapsanto@esalq.usp.br

RESUMO. Foram utilizadas 4 vacas da raça Holandesa em um delineamento em Quadrado Latino 4x4, com o objetivo de avaliar dietas com diferentes teores protéicos provenientes de farelo de soja (FS) ou uréia (U), sobre o desempenho lactacional, parâmetros ruminais e sanguíneos. Os tratamentos utilizados foram: (A) FS, com 10,05% de PB na dieta; (B) U, com 10,05% de PB na dieta; (C) FS+U, com 13,70% de PB na dieta; e (D) FS, com 13,70% de PB na dieta. O consumo e eficiência alimentar, produção de leite, teores e produções de proteína e sólidos totais não foram afetados ($P>0,05$) pelos tratamentos. A utilização de uréia como fonte exclusiva de proteína aumentou ($P<0,05$) o teor de gordura sem, no entanto, alterar a produção de gordura ($P>0,05$). O aumento no teor de proteína bruta resultou em aumento ($P<0,05$) do N-amoniaco, uréia plasmática, e AGV totais, assim como uma redução ($P<0,05$) de acetato ruminal.

Palavras-chave: fonte protéica, produção de leite, proteína degradável, uréia.

ABSTRACT. Evaluation of different protein sources and content on rumen fermentation and blood parameters performance of holstein cows' lactation. Four lactating Holstein cows were used in a 4x4 Latin Square design to evaluate the effects of levels (10.5% vs. 13.7%) and sources (soybean meal - SBM vs. urea - U) of protein on lactation performance, rumen fermentation and blood parameters. The treatments were: (A) 10.05% CP diet - SBM; (B) 10.05% CP diet - U; (C) 13.70% CP diet - SBM+U; (D) 13.70% CP diet - SBM. Dry matter intake, feed efficiency, milk production, milk protein content and yield were not affected ($p>0.05$) by treatments. Milk fat content increased ($p<0.05$) with 10.05% CP - U diet (treatment B). The increase of dietary crude protein content increased ($p<0.05$) ruminal ammonia N, PUN, total VFA and decreased ($p<0.05$) ruminal acetate.

Key words: protein sources, milk production, degradable protein, urea.

Introdução

Diversos estudos foram conduzidos nos últimos 30 anos, sobre o uso de diferentes fontes protéicas para vacas leiteiras, com o objetivo de maximizar a eficiência de utilização da proteína da dieta, através de melhor desempenho animal e menores perdas de nitrogênio (N) para o ambiente (Santos *et al.*, 1998).

A participação significativa dos suplementos protéicos no custo final das dietas para vacas em lactação e a capacidade dos ruminantes em utilizar fontes de nitrogênio não protéico (NNP), têm justificado o interesse pela utilização de uréia em substituição parcial ou total à fontes de proteína

verdadeira, com o intuito de baixar os custos de alimentação.

Satter e Slyter (1974) sugeriram que a quantidade de N-amoniaco no rúmen necessária para o máximo crescimento das bactérias ruminais seria de 2 a 5 mg/dL. O NRC (1985), contudo, sugere que, na realidade, a exigência de amônia está relacionada à disponibilidade do substrato, à taxa de fermentação, à massa microbiana e ao nível de produção do animal. Na sua edição mais recente, o NRC (2001) preconiza concentrações de proteína degradável no rúmen (PDR) na dieta ao redor de 10,5% da matéria seca (MS), abaixo do qual, a fermentação ruminal e assim a disponibilidade de energia e proteína

metabolizável para o animal podem ser afetadas negativamente. Dessa forma, a concentração ruminal de amônia dificilmente pode ser mantida em níveis tão baixos, conforme aqueles propostos por Satter e Slyter (1974), sem comprometer o desempenho animal.

Santos *et al.* (1998) resumiram 127 comparações a partir de 88 estudos com vacas de alta produção, publicados entre 1985 e 1997. Em apenas 17% dos casos, a substituição de farelo de soja por fontes ricas em proteína de baixa degradabilidade ruminal resultou em aumento na produção de leite. Os mesmos autores observaram que, na maioria dos ensaios de metabolismo com vacas canuladas no rúmen e duodeno, o aumento no teor de proteína não-degradável no rúmen (PNDR) na dieta reduziu a síntese de proteína microbiana e aumentou o fluxo de proteína de origem dietética para o intestino sem, no entanto, alterar o fluxo de proteína total.

A revisão de literatura publicada por Santos *et al.* (1998) mostrou que em 23 comparações, onde a uréia substituiu parcial ou totalmente fontes de proteína verdadeira da dieta, a produção de leite não foi afetada em 17, aumentou em 2 e diminuiu em apenas 4 comparações. O teor de proteína do leite não foi afetado em 18 comparações e aumentou em 5. A produção média de leite foi de 34,7 kg/dia para as dietas sem uréia contra 34,3 kg/dia para as dietas contendo uréia, demonstrando que, para esse nível de produção, a inclusão de fontes de NNP não prejudica o desempenho lactacional.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do aumento no teor de proteína bruta da dieta, através do uso de duas fontes suplementares com diferentes degradabilidades ruminais, no desempenho, fermentação ruminal e nos parâmetros sanguíneos de vacas em final de lactação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da USP/Esalq em Piracicaba, Estado de São Paulo, utilizando-se 4 vacas da raça Holandesa, canuladas no rúmen e duodeno, no terço final de lactação e produzindo aproximadamente 12 kg/dia de leite. Adotou-se o delineamento experimental do tipo Quadrado Latino 4X4.

As dietas foram formuladas (Tabela 1) para conter 60% de volumoso e 40% de concentrado, na MS, sendo usado exclusivamente silagem de milho como volumoso, e o concentrado continha basicamente milho floculado (densidade de 360g/L), uma fonte ou uma combinação de fontes de proteína, minerais e vitaminas. Os tratamentos foram:

- dieta contendo 10,05% de PB com farelo de soja como fonte protéica;
- dieta contendo 10,05% de PB com uréia como fonte protéica;
- dieta contendo 13,70% de PB com farelo de soja e uréia como fontes protéicas;
- dieta contendo 13,70% de PB com farelo de soja como fonte protéica.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição média nutricional das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	10,05% PB		13,70% PB	
	A	B	C	D
	(% da MS total)			
Silagem de milho	59,85	59,87	59,87	59,87
Farelo de soja	5,53	0,00	5,54	14,89
Milho floculado	32,23	36,87	30,85	22,84
Minerais	2,17	2,17	2,17	2,17
Sulfato de amônio	0,22	0,34	0,22	0,22
Uréia	0,00	0,75	1,34	0,00
Composição				
MS (%)	37,83	39,17	37,36	38,21
Cinzas (% da MS)	5,65	5,62	5,64	6,02
PB (% da MS)	10,05	10,05	13,70	13,70
PDR* (% da PB)	62,54	69,87	73,00	63,92
EL (Mcal/kg)	1,54	1,53	1,51	1,53
EE (% da MS)	3,13	3,22	3,08	2,92
FDN (% da MS)	41,52	42,06	41,14	40,21
FDN proveniente de volumoso (% da M	31,72	31,73	31,73	21,73
FDA (% da MS)	22,05	22,06	21,91	21,96
Amido (% da MS)	37,13	38,90	32,69	34,85
Carboidratos não fibrosos (% da MS)	41,53	41,19	38,00	38,88

* Calculado segundo o NRC (1989).

As vacas foram mantidas em instalação do tipo "tie stall", com cochos individuais e cama de borracha, coberta com uma camada de serragem, sendo soltas diariamente por, pelo menos, 1 hora para exercício em piquete anexo. Os animais foram ordenhados e alimentados *ad libitum* 2 vezes ao dia, permitindo-se uma sobra de até 10%. O período experimental foi composto por quatro subperíodos de 14 dias, sendo 10 de adaptação e 4 de coleta, durante os quais foram realizados registros diários de ingestão de MS e produção de leite. As amostras de leite foram coletadas durante os 4 dias, em cada ordenha e armazenadas a 6 °C, para posteriores análises de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, utilizando-se um analisador NIRS da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da USP/Esalq.

Amostras do alimento oferecido e recusado foram compostas por vaca e sub-período, sendo armazenadas a -10 °C. Posteriormente, foram secas a 55 °C, moídas em peneira de 1mm e analisadas para MS, matéria orgânica (MO) e PB de acordo com o AOAC (1990), amido pelo método descrito por Poore *et al.* (1991), FDN e FDA de acordo com o método proposto por Van Soest *et al.* (1991).

O fluido ruminal foi amostrado no segundo dia de coleta de cada subperíodo, no momento do fornecimento matinal da alimentação e após 4, 8, 12, 16 e 20 horas. O pH foi imediatamente determinado, utilizando-se um potenciômetro digital (Digimed modelo TE-902). Duas subamostras de 25 mL do fluido ruminal foram congeladas a -10°C utilizando-se ácido clorídrico 6 N como conservante, para posterior análise de amônia (N-amoniaco), de acordo com Chaney e Mabach (1962), adaptado para leitura em aparelho Elisa Reader Bio Rad (absorbância de 550 nanômetros) e ácidos graxos voláteis (AGV), de acordo com Palmquist e Conrad (1971), com leitura em cromatógrafo líquido-gasoso equipado com Integrador HP (Hewlett-Packard Company, Avondale, PA).

No primeiro dia de coleta de cada subperíodo, coletou-se amostras de sangue através de punção na veia coccígea, nos horários 0, 2, 4, 6, 12 e 18 horas após o fornecimento matinal do trato. A glicose plasmática foi lida em um autoanalisador YSI 2.700 Select (Biochemistry Analyser, Yellow Spring - OH). A uréia plasmática foi analisada de acordo com o método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962) e adaptado para ser usado em placas de microtítulo e lido em aparelho do tipo Elisa Reader Bio Rad (absorbância de 550 nanômetros).

Os dados obtidos de consumo, eficiência alimentar, produção e composição de leite foram analisados utilizando-se o Proc GLM (general linear model) do pacote estatístico SAS (1990), enquanto que para a análise dos dados de parâmetros ruminais e sangüíneos, utilizou-se o Proc MIXED do mesmo programa estatístico. Para tanto, os efeitos de tratamento, animal e período foram testados com relação às parcelas. O horário de coleta (tempo) e a interação tempo x tratamento foram testados com relação às subparcelas. Considerou-se o nível de 5% como significativo e até 10% como tendência para a probabilidade do teste F na análise de variância.

Somente após detectadas respostas significativas é que foram realizados os desdobramentos das análises estatísticas, através do teste de Tukey para verificar as diferenças entre as médias dos tratamentos para as diversas variáveis, médias estas obtidas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS).

Resultados e discussão

No presente experimento, apesar da ausência de significância estatística ($P > 0,05$), houve numericamente um maior consumo de matéria seca (Tabela 2) e uma maior produção de leite (Tabela 3), quando o teor de proteína da dieta passou de 10,05

para 13,70%. Um aumento no consumo de alimento com a elevação no teor de proteína na dieta, quando ocorre, deve-se, de modo geral, a uma maior atividade fermentativa no rúmen, gerando maior produção de proteína microbiana e maior produção de AGV (Edwards *et al.*, 1980; Huber e Kung Jr., 1981; Kung Jr. e Huber, 1983).

Tabela 2. Valores médios de consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes

Consumo (kg/dia)	Tratamentos				EPM ¹	P = F ²
	10,05% PB		13,70% PB			
	A	B	C	D		
MS	14,80	15,24	16,63	16,88	1,53	0,7378
MO	13,96	14,39	15,69	15,87	1,45	0,7512
PB	1,49 ^b	1,53 ^b	2,26 ^c	2,31 ^c	0,17	0,0348
EE	0,46	0,49	0,51	0,49	0,05	0,9233
FDN	6,14	6,41	6,84	6,79	0,64	0,8587
FDA	3,26	3,36	3,64	3,71	0,34	0,7606
Amido	5,50	5,93	5,46	5,88	0,11	0,9972

1 Erro padrão da média; 2 Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais; ab Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância

Tabela 3. Valores médios de produção, composição, relação gordura/proteína do leite e eficiência alimentar

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P = F ²
	10,05% PB		13,70% PB			
	A	B	C	D		
PL total (kg/dia) ¹	11,91	11,23	12,22	13,17	0,88	0,5224
corrigido (kg/dia) ²	12,54	12,01	12,90	13,63	1,02	0,7273
Gordur%	3,77 ^b	4,04 ^c	3,80 ^b	3,78 ^b	0,04	0,0145
kg/dia	0,45	0,44	0,47	0,49	0,04	0,8451
Proteín%	3,68	3,76	3,82	3,77	0,08	0,7262
kg/dia	0,44	0,42	0,47	0,50	0,03	0,3913
Lactose%	4,58	4,44	4,52	4,59	0,07	0,4921
kg/dia	0,54	0,50	0,55	0,60	0,05	0,5212
Sólidos tota%	12,68	12,86	12,77	12,79	0,06	0,3172
kg/dia	1,51	1,43	1,56	1,67	0,12	0,5783
Eficiência alimentar ³	0,84	0,81	0,82	0,81	0,10	0,9972

1 Produção de leite; 2 Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura; 3 Eficiência alimentar = kg leite corrigido a 3,5% / kg MS consumida; 4 Erro padrão da média; 5 Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais; ab Médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância

Os dados referentes à análise dos parâmetros sangüíneos e ruminais estão exibidos na Tabela 4. Os valores numéricos mais baixos de pH ruminal ($P > 0,05$) e a significativa ($P < 0,05$) maior concentração molar de AGV nos tratamentos C e D são indicativos de uma maior atividade fermentativa no rúmen dos animais recebendo dietas com teores mais elevados em PB. Isso permite inferir que os valores propostos por Satter e Slyter (1974) de 2 a 5mg de N-amoniaco por 100 mL de fluido ruminal são insuficientes para maximizar a atividade microbiana no rúmen, uma vez que os valores médios de N-amoniaco observados para os tratamentos A e B foram, respectivamente, 3,67 e 4,3 contra 15,29 e 10,91 mg/dL para os tratamentos C e D.

A ausência de diferença ($P>0,05$) entre as fontes protéicas testadas (uréia e farelo de soja) quanto ao consumo de alimento e produção de leite de vacas em final de lactação, produzindo entre 12 e 13 kg/dia de leite, sugerem que para vacas com esse nível de produção, o farelo de soja pode ser totalmente substituído pela uréia.

Tabela 4. Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros sanguíneos e ruminais

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P = F ²
	10,05% PB		13,70% PB			
	A	B	C	D		
Parâmetros ruminais						
N-amoniacoal (mg/dL)	3,67 ^b	4,30 ^b	15,29 ^a	10,91 ^a	1,3168	0,0002
pH	6,11	6,09	5,96	5,97	0,7265	0,1563
AGV total (mM)	91,44 ^b	81,16 ^b	103,67 ^a	101,09 ^a	6,3085	0,0097
Acetato (% do AGV)	67,68 ^a	67,50 ^a	64,30 ^b	64,26 ^b	1,6300	0,0269
Propionato (% do AGV)	18,57	18,11	19,56	20,16	1,0099	0,3533
Butirato (% do AGV)	9,19 ^c	9,78 ^{bc}	11,72 ^a	10,94 ^{ab}	0,9834	0,0835
Acetato/Propionato	3,70	3,81	3,28	3,25	0,2535	0,2373
Parâmetros sanguíneos						
Glicose (mg/dL)	54,18	53,90	54,05	52,96	1,3857	0,6984
Uréia (mg/dL)	4,95 ^b	5,83 ^a	12,34 ^a	11,43 ^a	0,9421	0,0001

¹ Erro padrão da média; ² Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais; ab Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância; AB Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si a 10% de significância

Santos *et al.* (1998) relataram que vacas alimentadas com dietas ricas em amido degradável no rúmen seriam capazes de utilizar fontes protéicas ricas em PDR ou NNP com maior eficiência. Isso sugere que, quando os animais recebem NNP substituindo parte da proteína verdadeira em dietas ricas em amido degradável no rúmen, como as contendo milho floculado, há chances dessas dietas levarem a produções similares, quando comparadas com dietas contendo fontes exclusivas de proteína vegetal ou animal.

Em trabalho recente conduzido em nosso laboratório, vacas também em final de lactação, produzindo ao redor de 19 kg/dia de leite, tiveram queda de 0,65 kg/dia de leite, quando a uréia foi incluída na dieta (2% da MS da dieta), em substituição parcial ao farelo de soja, porém a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura foi maior para a dieta contendo uréia (Carmo *et al.*, 2001). Quando vacas produzindo ao redor de 29 a 34 kg/dia de leite receberam 1% de uréia na dieta (Santos *et al.*, 2001) ou 2% de uréia na dieta (Imaizumi, dados não publicados), em substituição parcial ao farelo de soja, houve queda na produção de leite da ordem de 0,5 e 1,3 kg/vaca/dia de leite, acompanhada de queda no consumo de MS de 1,7 e 1,03 kg/dia, respectivamente. Entretanto, as produções de gordura do leite não foram reduzidas.

O maior ($P<0,05$) teor de gordura no leite para o tratamento B em relação aos demais não pode ser

explicado pelos dados de pH ruminal, AGV totais, acetato, propionato ou mesmo relação acetato/propionato observados neste estudo.

Lines e Weiss (1996) observaram que vacas recebendo NNP apresentaram uma maior produção de leite corrigido para gordura a 4% do que aquelas alimentadas com fontes de proteína animal e/ou vegetal, devido à tendência de os animais que receberam NNP produzirem maior gordura no leite, fato também observado por Carmo *et al.* (2001).

De maneira geral, o teor de gordura no leite é influenciado pelo padrão de fermentação ruminal, de modo que, caso haja algum fator que possa ocasionar uma queda no pH, ocorreria uma menor fermentação de substratos por parte das bactérias celulolíticas e, conseqüentemente, uma redução na relação acetato/propionato no líquido ruminal.

No entanto, o mecanismo exato pelo qual a síntese de gordura no leite é comprometida ainda não está bem elucidado. Algumas teorias, no entanto, têm sido propostas, a maioria das quais apontando as mudanças que ocorrem na fermentação ou no metabolismo ruminal como as principais razões que resultam na diminuição de precursores de gordura para a glândula mamária (Van Soest, 1963; Sutton, 1989). Já os estudos mais recentes (Wonsil *et al.*, 1994; Gaynor *et al.*, 1994) sugerem que a queda na síntese de gordura no leite é devida à presença de componentes provenientes da dieta ou da fermentação ruminal (como os ácidos transoctadecênóicos), que inibem rotas metabólicas de biossíntese e dessaturase na glândula mamária (Hagemeister, 1990).

A ausência de diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para teor e produção de proteína no leite estão de acordo com os dados obtidos por Johnson *et al.* (1987), Baterman *et al.* (1994), Lines e Weiss (1996) e Santos *et al.* (2001), que também não observaram efeitos sobre o teor de proteína no leite, quando compararam o farelo de soja com uréia. No entanto, Casper *et al.* (1990), estudando o efeito da inclusão de 1% de uréia no concentrado contendo farelo de soja e milho moído, observaram vantagens para o tratamento com uréia. Apesar de não terem determinado as frações nitrogenadas na proteína do leite, os autores especularam que o aumento no teor de proteína foi devido ao aumento na fração de NNP do leite. Carmo *et al.* (2001) também observaram aumento no teor protéico do leite quando a uréia (2% da MS da dieta) substituiu parcialmente o farelo de soja para vacas em final de lactação.

Os dados gerados neste estudo permitem concluir que a uréia quando incluída na dieta na dose de até 1,35% da MS, em combinação com o farelo de soja, foi tão eficiente quanto o farelo de soja exclusivo em suprir aminoácidos para a glândula mamária de vacas produzindo entre 12 a 13 kg de leite por dia. As respostas em produção e composição de leite (Tabela 3) sugerem que a proteína absorvida não foi limitante nas dietas que utilizaram uréia. Os dados resultantes da análise de concentração de N-amoniaco no rúmen (Tabela 4) indicam que os valores médios observados foram mais influenciados pelo teor de proteína da dieta do que pela fonte protéica. Os dados sugerem que concentrações de N-amoniaco no fluido ruminal da ordem de 2 a 5 mg/dL como proposto por Satter e Slyter (1974) são atingidas facilmente com dietas contendo até 10% de PB, ou seja, teores raramente contidos em dietas para vacas leiteiras de alta produção ou até mesmo para animais em crescimento. A ocorrência de valores numéricos mais altos para consumo de MS e produção de leite nas dietas contendo 13,70% de PB (C e D), e a maior concentração ruminal de AGV estão de acordo com o proposto por Hoover e Stokes (1991), que concluíram que para se maximizar a síntese de proteína microbiana, as dietas para vacas leiteiras devem conter níveis de PDR ao redor de 13% da MS. Nesse caso, valores de N-amoniaco entre 10 e 20 mg/dL são facilmente obtidos. Wallace (1979) observou que há aumento no crescimento de bactérias ruminais quando se aumenta a concentração de amônia ruminal de 9,7 para 21,4 mg/dL. Esses dados também estão de acordo com a recomendação atual do NRC (2001), que preconiza teores de PDR ao redor de 10,5% da MS da dieta.

A ausência de efeito ($P>0,05$) sobre o pH ruminal das vacas (Tabela 4) que receberam dietas com teores mais elevados de proteína e especialmente das que receberam uréia pode ser explicado pela maior atividade fermentativa do rúmen. Kung e Huber (1983) e Wohlt *et al.* (1978) também não observaram diferenças em tal parâmetro quando adicionaram uréia às dietas dos animais. Por outro lado, há trabalhos na literatura mostrando que a inclusão de uréia levou a aumentos no pH ruminal (Polan *et al.*, 1976), e outros que levaram à diminuição nesta variável (Cameron *et al.*, 1991).

As dietas com maior teor de PB levaram os animais a produzir maiores ($P<0,05$) concentrações médias diárias de AGV totais, sugerindo que tais dietas permitiram uma maior fermentação da matéria orgânica pelos microorganismos ruminais.

Arieli *et al.* (1996) concluíram que a concentração dos AGV no líquido ruminal sofre maior influência da degradabilidade ruminal da MO do que da PB.

No presente experimento, comparando-se tratamentos dentro de um mesmo teor de PB na dieta, observou-se que a substituição de farelo de soja por uréia resultou em concentrações molares de AGV no fluido ruminal similares ($P>0,05$), corroborando os dados previamente publicados por outros pesquisadores (Cameron *et al.*, 1991; Lines e Weiss, 1996).

O perfil de AGV produzido no rúmen no presente estudo não foi afetado ($P>0,05$) pelas fontes protéicas comparadas, concordando com pesquisas conduzidas por Casper *et al.* (1990) e Cameron *et al.* (1991), mas não com os dados de Casper e Schingoethe (1986) e de Broderick (1986).

Entretanto, o perfil de AGV foi afetado ($P<0,05$) pela concentração de PB da dieta. De modo geral, o aumento de 10,05 para 13,70% de PB na dieta favoreceu uma maior porcentagem de propionato (não estatisticamente significativa, mas apenas numérica) e de butirato ($P<0,10$) em detrimento de acetato. Arieli *et al.* (1996) verificaram que vacas que receberam dietas com alto teor de matéria orgânica degradável no rúmen (MODR) produziram 8% a menos acetato e 13% mais propionato do que animais recebendo baixo teor de MODR na dieta.

No presente estudo não se observou diferença ($P>0,05$) na concentração de glicose entre os tratamentos. Esses dados estão de acordo com outros trabalhos encontrados na literatura, onde houve comparações entre farelo de soja e uréia (Broderick *et al.*, 1993; Guidi, 1999). Os resultados obtidos no presente experimento provavelmente estão em parte relacionados à não-existência de diferença na concentração molar de propionato no líquido ruminal que, segundo Huntington (1997), é o principal substrato para a síntese de glicose no fígado (gliconeogênese) em vacas leiteiras. De acordo com Lycos *et al.* (1997), o aparecimento líquido de glicose é dependente do balanço resultante da quantidade produzida e da utilizada pelos tecidos drenados pelo sistema-porta (rúmen, intestinos, pâncreas, baço e gordura omental).

Os tratamentos com teores de PB maiores (C e D) resultaram em maior ($P<0,05$) concentração plasmática de uréia. Apesar de os dados do presente experimento indicarem que os tratamentos que geraram maiores concentrações de amônia ruminal também terem resultados em maiores concentrações de uréia plasmática, Broderick e Clayton (1997) observaram que a concentração de uréia no sangue possui alta correlação com a concentração de uréia

no leite, mas não com a amônia ruminal. Segundo Broderick *et al.* (1993), concentrações sanguíneas de uréia inferiores a 4mM (ou inferiores a 11 mg de N/dL) mostram que a quantidade de PDR pode estar sendo limitante na dieta. Isso parece ter ocorrido no presente trabalho, onde o consumo de MS e produção de leite foram numericamente inferiores e a produção de AGV significativamente inferior nas dietas contendo 10,05% de PB, as quais apresentaram valores médios de uréia plasmática entre 4,95 a 5,83 mg de N/dL.

Por outro lado, o fornecimento insuficiente de energia na dieta de vacas leiteiras pode ocasionar excesso de amônia ruminal, aumento na absorção de amônia pelo epitélio ruminal, elevação nas concentrações de uréia plasmática e baixos teores de proteína no leite (NRC, 1989; Hoover e Stokes, 1991; Van Soest, 1994).

Conclusão

Vacas leiteiras em final de lactação, produzindo entre 12 e 13 kg de leite por dia, podem receber uréia como principal suplemento protéico em substituição parcial ao farelo de soja, em dietas contendo ao redor de 13 a 14% de PB, sem piora no seu desempenho. Dietas para vacas em lactação contendo apenas 10,05% de PB, ainda que contendo fontes de alta degradabilidade ruminal como farelo de soja e uréia, levaram a menores concentrações de N amoniacal, uréia plasmática e AGV totais, quando comparadas a dietas contendo teores de 13 a 14% de PB.

Agradecimentos

À Capes pela concessão da bolsa de estudos e aos colegas do curso de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, que ajudaram na instalação e condução deste experimento.

Referências

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 12. ed. Washington, D.C. 1990.
 ARIELI, A. *et al.* Effect of degradation of organic matter and crude protein on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.79, p.1774-1780, 1996.
 BATERMAN, T.G. *et al.* Comparison of rumen protected methionine and lysine on blood meal and fish meal as protein supplements for early lactation in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.77: Supplement 1, p.91, 1994.
 BRODERICK, G.A. Relative value of solvent and expeller soybean meal for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.69, p.2948-2958, 1986.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.80, p.2964-2971, 1997.
 BRODERICK, G.A. *et al.* Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grain plus mixtures of alfafa and corn silages. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.76, p.2266-2274, 1993.
 CAMERON M.R. *et al.* Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, p.1321-1336, 1991.
 CARMO, C.A. *et al.* Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP. *Anais...* CD-ROM. Piracicaba: SBZ, 2001.
 CASPER, D.P.; SCHINGOETHE, D.J. Evaluation of urea and dried whey in diets of cows during early lactation. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.69, p.1346-1354, 1986.
 CASPER, D.P. *et al.* Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.73, p.1039-1050, 1990.
 CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clini. Chem.*, Washington D.C., v.8, p.130-132, 1962.
 EDWARDS, J.S. *et al.* Effects of dietary protein concentrations on lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.63, p.243-248, 1980.
 GAYNOR, P.J. *et al.* Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.77, p.157-165, 1994.
 GUIDI, M.T. *Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes*. 1999. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
 HAGEMEISTER, H. Utilization of fat in dairy cattle feeding - attention being placed on trans fatty acids formed in the rumen. *Kiel. Milchwirtsch. Forschungsbe.*, Geisenkirchen-Buer, v.42, p. 271-280, 1990.
 HOOVER, C.W.; STOKES, S.R. Balacing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, p.3630-3644, 1991.
 HUBER, J.T.; KUNG Jr., L. Protein and non-protein nitrogen utilization by dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.64, p.1170-1195, 1981.
 HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.75, p.852-867, 1997.
 JOHNSON, C.O.L.E. *et al.* Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.70, p.98-107, 1987.
 KUNG Jr., L.; HUBER, J.T. Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts, sources and degradability. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.66, p.227-234, 1983.

- LINES, L.W.; WEISS, W.P. Use of nitrogen from ammoniated alfafa hay, urea, soybean meal and animal protein meal by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.79, p.1992-1999, 1996.
- LYKOS, T. *et al.* Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites and milk production and composition in high producing Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.80, p.3341-3355, 1997.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6. ed., Washington, National Academy of Science, 1989.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2001.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ruminant Nitrogen Usage*. Washington: National Academy of Science, 1985.
- PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high grain or fat diets. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.54, p.1025-1033, 1971.
- POLAN, C.E. *et al.* Variable dietary protein and urea for intake and production in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.59, p.1910-1914, 1976.
- POORE, M.H. *et al.* Wheat straw or alfafa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, p.3152-3159, 1991.
- SANTOS, F.A.P. *et al.* Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SANTOS, F.A.P. *et al.* Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP. *Anais...* CD-ROM. Piracicaba: SBZ, 2001.
- SAS INSTITUTE. *SAS/STAT: user's guide*, version 6. Cary: SAS, 2v. 1990.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.*, Wallingford, v.32, p.199-208, 1974.
- SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.72, p.2801-2814, 1989.
- VAN SOEST, P.J. Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low milk fat and feed efficiency. A review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.46, p.204-216, 1963.
- VAN SOEST, P.J. *Nutrition ecology of the ruminants*. Ithaca, New York. Cornell University Press, 1994.
- VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WALLACE, R.J. Effect of ammonia concentration on the composition, hydrolytic activity and nitrogen metabolism of the microbial flora of the rumen. *J. Appl. Bacteriol.*, Oxford, v.47, p.443-455, 1979.
- WOHLT, J.E. *et al.* Nutritional value of urea versus preformed protein for ruminants. II. Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets containing supplemental nitrogen from urea and/or soybean meal. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.61, p.916-931, 1978.
- WONSIL, B.J. *et al.* Dietary and ruminally derived trans-18:1 fatty acids alter bovine milk lipids. *J. Nutr.*, Bethesda, v.124, p.556-565, 1994.

Received on July 12, 2001.

Accepted on February 21, 2002.