

Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia para vacas em final de lactação

Carolina de Almeida Carmo*, Flávio Augusto Portela Santos, Hugo Imaizumi, Alexandre Vaz Pires e Rodrigo de Almeida Scoton

Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), Cx. Postal 09, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: cacarmo@esalq.usp.br

RESUMO. Dois experimentos foram conduzidos para estudar a substituição parcial do farelo de soja (FS) por uréia, na forma extrusada com milho (A150S) ou convencional (U). No experimento 1 utilizou-se 38 vacas em final de lactação. A substituição não afetou ($P>0,05$) a produção de leite e leite corrigido para gordura, o teor e produção de proteína, a produção de sólidos totais e as concentrações plasmáticas de glicose e N-urêico. O tratamento U aumentou ($P<0,05$) os teores de gordura e sólidos totais. No experimento 2 utilizou-se 5 vacas secas e canuladas no rúmen. O consumo de MS, a digestibilidade dos nutrientes, a concentração molar de AGV e as concentrações plasmáticas de glicose e N-urêico não foram afetadas pelos tratamentos ($P>0,05$). A substituição parcial do farelo de soja por uréia é uma alternativa viável para vacas em final de lactação. O processamento da uréia não apresentou vantagens em relação à forma convencional.

Palavras-chave: composição do leite, fonte de proteína, nitrogênio não protéico

ABSTRACT. Replacement of soybean meal by urea or starea in diets for late lactation cows urea and starea in diets for lactation cows. Two trials were conducted to study the partial replacement of soybean meal (FS) by urea (U) in diets for late lactation cows. Conventional urea was compared to extruded urea (A150S). In trial 1, 38 late lactation cows were used. The partial replacement of soybean meal by urea sources or the urea processing did not affect milk and 3.5% FCM yields, protein content and yield, total solids yield, and plasma urea N and glucose. Feeding U increased milk fat and total solids content. In trial 2, five dry cows, fitted with ruminal canulas were used. Dry matter intake, total tract nutrient digestibility's, rumen VFA molar concentration, plasma urea-N and plasma glucose were not affected by treatments ($p>0.05$). The partial replacement of soybean meal by urea is an alternative to reduce costs of diets for late lactating cows. Extrusion of urea did not show any advantage compared to conventional urea.

Key words: milk composition, non protein nitrogen, protein source.

Introdução

A utilização de fontes de nitrogênio não-protéico, como a uréia, para vacas leiteiras de alta produção mostrou-se bastante promissora quando combinada com fontes ricas em amido degradável no rúmen, de acordo com Santos *et al.* (1998), possibilitando baixar o custo da dieta.

Trabalhos conduzidos na década de 70 por pesquisadores americanos (Helmer *et al.*, 1970a,b; Helmer e Bartley, 1971) testaram um produto denominado "Starea", resultante da extrusão da uréia com uma fonte de amido (sorgo ou milho). O objetivo desse processamento foi obter uma fonte de uréia de

liberação ruminal mais lenta que a uréia tradicional. Estudos *in vitro* mostram vantagens deste produto em relação à uréia quanto à síntese de proteína microbiana. Para vacas em lactação, produzindo ao redor de 15 a 19 kg/d de leite, a "Starea" foi superior à uréia tradicional e comparável ao farelo de soja.

Pesquisadores brasileiros (Maia *et al.*, 1987; Teixeira *et al.*, 1998) trabalharam com um produto chamado amiréia, também proveniente da extrusão do milho com uréia e mostraram haver vantagens em relação à uréia não tratada para ruminantes.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção e composição do leite, o consumo e

digestão de nutrientes, as variáveis ruminais e sanguíneas de vacas leiteiras recebendo dietas contendo teores elevados de uréia na dieta (2% da MS), na forma convencional ou extrusada com milho (Amiréia 150S), em substituição parcial ao farelo de soja.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nas instalações do Departamento de Zootecnia da "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo.

Experimento 1

As instalações do experimento 1 constavam de um sistema de confinamento do tipo "freestall". Foram utilizadas 38 vacas da raça Holandesa, sendo 27 multíparas e 11 primíparas, com período médio de lactação de 200 dias no início do período experimental e com produção de leite média de 22 kg/d. Todas as vacas receberam injeções de somatotropina bovina (BOOSTIN) a cada 14 dias.

O período pré-experimental teve a duração de 10 dias. Durante esse período, todas as vacas receberam uma mesma dieta, as produções de leite foram medidas diariamente e uma coleta de leite para determinação da composição foi feita no final do período. Os dados de produção e composição do leite obtidos durante esse período foram utilizados para distribuição das vacas em blocos casualizados e como covariáveis para análise dos dados do período experimental.

O período experimental teve a duração de 60 dias. As fontes de uréia utilizadas foram a uréia adubo tradicional e a uréia extrusada com uma fonte de amido, sendo o milho Amiréia 150S, tendo como tratamento controle uma terceira dieta exclusiva com farelo de soja. O produto comercial Amiréia 150S continha 150% de proteína bruta. Os tratamentos foram formulados para resultar em dietas isoprotéicas e isoenergéticas, utilizando o programa CPM-Dairy. As dietas continham silagem de capim elefante com polpa cítrica no teor de 15% da MS, polpa cítrica peletizada, raspa de mandioca, mistura mineral e vitamínica, e os respectivos suplementos protéicos.

As dietas utilizadas nos primeiros 40 dias do período experimental (fase 1), são apresentadas na Tabela 1. Devido à queda de produção de leite das vacas, em função de seu adiantado estágio de lactação, foram feitos ajustes nas dietas (Tabela 2), para os 20 dias restantes (Fase 2).

Tabela 1. Ingredientes das dietas do experimento 1 (fase 1).

	FS	A150S	U
	% da MS		
Silagem de capim	45,19	45,19	45,19
Polpa Cítrica Peletizada	9,04	12,01	12,70
Raspa de Mandioca	15,95	21,37	22,53
Farelo de soja	23,98	11,75	11,75
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,84	-
Sebo	2,66	2,66	2,66
Minerais e vitaminas	3,19	3,19	3,19

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

Tabela 2. Ingredientes das dietas do experimento 1 (fase 2).

	FS	A150S	U
	% da MS		
Silagem de capim	57,35	57,35	57,35
Polpa Cítrica Peletizada	8,36	12,85	13,80
Raspa de Mandioca	8,36	12,85	13,80
Farelo de soja	20,60	7,77	7,77
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,86	-
Sebo	1,90	1,90	1,90
Minerais e vitaminas	3,40	3,40	3,40

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia e as produções individuais de leite registradas dois dias por semana (4 ordenhas), através de medidores do tipo "True Test". Amostras de leite de cada vaca foram retiradas semanalmente nas 2 ordenhas diárias e enviadas para análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e células somáticas, pelo processo de infra-vermelho junto à Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

A condição corporal de cada vaca foi avaliada no início e no final do experimento, utilizando-se a escala de 1 a 5, de acordo com Wildman *et al.* (1982). Os animais também foram pesados no início e no final do experimento.

Os alimentos foram oferecidos na forma de ração totalmente misturada, fornecida 2 vezes ao dia, às 6h e às 17h. A silagem de capim elefante e a ração totalmente misturada foram amostradas semanalmente e os demais ingredientes a cada nova partida, sendo as amostras armazenadas a -18°C. Essas amostras foram compostas para o período total, moídas a 1 mm em moinho tipo Willey e analisadas para MS (em estufa a 65°C por 72 horas e por mais três horas a 105°C) MO (em mufla a 600°C por três horas), FDN e FDA, conforme Van Soest *et al.* (1991), no digestor Ankom e PB por condução térmica no equipamento Leco FP 528 (Leco Corporation, ST. Joseph MI).

As amostras de sangue foram colhidas em tubos antiglicolíticos com anticoagulante aos 30º e 60º dias do período experimental, utilizando-se, para tal, os 4 blocos de maior produção de leite. O padrão de

colheita foi: zero, duas, quatro e seis horas após a alimentação da manhã. As amostras foram centrifugadas a 4000 g por 20 minutos e o plasma foi mantido congelado a -18°C até procederem-se as análises de glicose, utilizando o autoanalisador YSI 2700 Select (Biochemistry Analyser, Yellow Spring-OH) e nitrogênio uréico no plasma (NUP), segundo Chaney e Marbach (1962), adaptado para ser usado em placas de microtítulo e lido em aparelho do tipo Elisa Reader Biorad (Absorbância de 550 nm).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constando de 9 blocos de vacas multíparas e 4 blocos de vacas primíparas. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando os procedimentos do programa estatístico "SAS" (1991), sendo o "GLM" para as variáveis peso e escore corporal e o "Mixed" para as variáveis produção, composição do leite, nitrogênio uréico e glicose plasmáticos. Para as variáveis produção e composição do leite, foram considerados efeitos fixos: covariável, tratamento, tempo e a interação de tratamento com tempo e efeitos variáveis: bloco e a interação de tratamento com bloco. Para as variáveis nitrogênio uréico e glicose plasmáticos, foram considerados efeitos fixos: tratamento, tempo e a interação de tratamento com tempo e efeitos variáveis: bloco e a interação de tratamento com bloco.

Experimento 2

As instalações do experimento 2 constavam de um sistema de confinamento do tipo "tie stall", com baias individuais. Foram utilizadas cinco vacas Holandesas, no período seco, fistuladas com cânulas no rúmen. Os tratamentos foram os mesmos da primeira fase do experimento 1. O volumoso utilizado neste experimento foi a silagem de milho. A composição das dietas é apresentada na Tabela 3.

O período experimental teve a duração de 42 dias, composto de três períodos de 14 dias, sendo nove dias para adaptação dos animais às dietas e cinco dias para a colheita dos dados. As dietas foram fornecidas na forma de ração totalmente misturada, uma vez ao dia, às 18h. Todos os alimentos e dietas foram amostrados durante cada período de colheita de dados. As amostras foram agrupadas para se obter uma amostra por tratamento por período e armazenadas a -18°C. Após descongelamento, as amostras foram processadas e analisadas da mesma forma como descrito para o experimento 1.

O indicador externo utilizado para determinação da digestibilidade no trato digestivo total foi o óxido de cromo, colocado no rúmen através da cânula, na

quantidade de 50 g/d em duas doses, do 5º ao 14º dia de cada período, considerando a quantidade como 0,4% da ingestão de matéria seca, em conformidade com Zinn *et al.* (1995). Amostras das fezes foram colhidas nos quatro primeiros dias do período de colheita de dados, em intervalos de quatro horas, atrasando-se o horário em uma hora por dia para se ter amostragens em cada hora do dia. As amostras foram agrupadas por animal e por período e armazenadas a -18°C, processadas e realizadas as análises bromatológicas como descrito para os alimentos e dietas. Foi feita determinação da concentração de Cromo por fluorescência de raios X no Laboratório de Instrumentação Nuclear do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Cena/USP.

As amostragens do fluido ruminal foram efetuadas com intervalos de duas horas, atrasando-se o horário em uma hora por dia, obtendo-se amostras nas 24 horas de um dia, para análises de pH e ácidos graxos voláteis. As amostras foram tomadas de 4 regiões distintas do rúmen, e filtradas em tecido de algodão, obtendo-se uma amostra líquida. O pH do fluido obtido foi determinado imediatamente após a colheita e uma amostra foi retirada em cada horário de colheita e armazenada a -18°C. Após o período experimental, as amostras foram centrifugadas e uma alíquota foi utilizada para determinação de ácidos graxos voláteis por cromatografia gasosa, segundo Palmquist e Conrad (1971). Outra alíquota foi utilizada para determinação de nitrogênio amoniacal, conforme metodologia de Chaney e Marbach (1962), adaptada para ser usada em placas de microtítulo e lida em aparelho do tipo Elisa Reader Biorad (Absorbância de 550 nm).

Amostras de sangue foram colhidas no quinto dia do período de colheita de dados, para determinação de nitrogênio uréico e glicose plasmáticos. Os procedimentos de colheita e de análise foram os mesmos descritos no experimento 1.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, constando de cinco blocos, sendo que cada bloco era representado por um animal. Foram realizados três períodos, correspondentes às repetições. Em cada período, três blocos recebiam um dos três tratamentos, nos outros dois blocos repetiam-se dois tratamentos, faltando sempre a repetição de um dos tratamentos. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se os procedimentos do programa estatístico "SAS" (1991), sendo o "GLM" para as variáveis consumo e digestibilidade no trato digestivo total e para as demais variáveis foi utilizado o procedimento "Mixed", considerando como efeitos fixos: tratamento, tempo e a interação de tratamento com tempo; efeitos variáveis: período, animal e a interação de período com animal.

Tabela 3. Ingredientes das dietas do experimento 2.

	FS	A150S	U
	% da MS		
Silagem de milho	45,00	45,00	45,00
Polpa Cítrica Peletizada	10,53	10,53	10,53
Raspa de Mandioca	15,35	23,76	25,59
Farelo de soja	25,96	13,70	13,72
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,85	-
Minerais e vitaminas	3,16	3,16	3,16

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

Resultados e discussão

Na Tabela 4 consta a composição químico bromatológica das dietas do experimento 1. Os dados de ingestão de MS, produção e composição do leite do experimento 1 são apresentados na Tabela 5.

Tabela 4. Composição químico bromatológica das dietas do experimento 1.

	% da MS			
	MS (%)	MO	PB	FDA
Silagem de capim	23,21	90,29	8,01	49,11
Farelo de soja	88,60	93,81	48,67	10,43
Raspa de mandioca	88,03	98,37	2,81	12,03
Polpa cítrica	85,60	94,17	6,81	24,13
Dietas Fase 1				
FS	40,03	89,98	17,32	28,94
A150S	40,07	90,54	17,07	28,68
U	40,08	90,62	17,22	28,90
Dietas Fase 2				
FS	34,68	89,07	15,42	33,32
A150S	34,78	89,37	15,38	33,61
U	34,66	92,79	14,95	33,94

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

Tabela 5. Ingestão de MS, produção e composição do leite, variação do peso e escore corporal observados no experimento 1.

	FS	A150S	U	p<	EPM
IMS (kg/an/d) ^a	14,83	15,98	15,22	-	-
Produção de leite (kg/an/d)	19,13	19,73	18,48	0,2666	0,4833
LCG3,5% (kg/an/d) ^b	18,31	19,50	19,52	0,1487	0,5231
Composição do leite					
Gordura (%)	3,45b	3,45b	3,80a	0,0589	0,1225
(kg/an/d)	0,62b	0,67ab	0,71a	0,0580	0,0443
Proteína (%)	3,10	3,06	3,12	0,2632	0,0313
(kg/an/d)	0,59	0,60	0,57	0,7059	0,0316
Lactose (%)	4,37	4,32	4,29	0,2985	0,0412
(kg/an/d)	0,85	0,85	0,80	0,2486	0,0517
Sólidos totais (%)	11,52b	11,54b	11,92a	0,0709	0,1422
(kg/an/d)	2,15	2,25	2,25	0,5439	0,1384
Variação do peso corporal (kg)	13,15	15,37	18,00	0,8178	5,3858
Variação do escore corporal	0,21b	0,49a	0,13b	0,0200	0,08997

FS = farelo de soja; A150S = amiréia; U = uréia; ^aIngestão de matéria seca; ^bLeite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%; p< = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos; EPM = erro padrão da média com 22 graus de liberdade para as variáveis produção e composição do leite; Letras diferentes nas linhas referem-se a médias que diferem pelo teste T (P<0,05).

A ingestão de MS não foi analisada estatisticamente, uma vez que as medidas foram feitas por grupo de animais por tratamento e não individualmente. Os dados mostram que numericamente a uréia e a amiréia não

reduziram o consumo em comparação ao farelo de soja. Plumer *et al.* (1971) e Guidi (1999) também não obtiveram diferença no consumo quando substituíram parcialmente o farelo de soja por uréia, em teores de 2% ou 3% do concentrado e 1,1% da MS da dieta, respectivamente.

Por outro lado, Oliveira *et al.* (2001) observaram diminuição do consumo de MS quando a uréia foi incluída na dieta em teores semelhantes aos do presente trabalho (1,4% e 2,1%), enquanto a inclusão de 0,7% de uréia na MS não afetou o consumo, em comparação com o farelo de soja exclusivo. Em dois estudos conduzidos no Departamento de Zootecnia da Esalq/USP, com vacas no terço médio de lactação, produzindo ao redor de 30 a 32 kg/d, a inclusão de 1% de uréia na dieta em substituição parcial ao farelo de soja resultou em redução numérica no consumo (Santos *et al.*, 2001), assim como a inclusão de 2% em comparação com 1% de uréia também reduziu numericamente o consumo de MS (Imaizumi *et al.*, 2002).

Na revisão de literatura conduzida por Santos *et al.* (1998) foram compilados doze trabalhos que estudaram a suplementação de uréia para vacas com produção entre 30 a 40 kg/d de leite. Os efeitos da uréia sobre o consumo de MS foram inconsistentes, em alguns casos aumentando, em outros não afetando, e em outros reduzindo o consumo.

Com base nos trabalhos citados acima, de modo geral, a inclusão de uréia na dieta de vacas no terço final de lactação não afeta negativamente o consumo de matéria seca. Os trabalhos que mostraram efeitos negativos significativos utilizaram vacas principalmente no início de lactação, ou vacas produzindo acima de 30 kg/d de leite, no terço médio da lactação. Os motivos para essa redução no consumo são desconhecidos. O fator palatabilidade merece ser considerado, assim como uma possível restrição no fluxo de aminoácidos para o intestino de vacas da alta produção ou em início de lactação, quando as exigências em proteína metabolizável são elevadas (NRC, 2001).

Não houve diferença entre os tratamentos (p>0,05) para produção de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura. Esses dados concordam com diversos trabalhos nos quais o farelo de soja foi parcialmente substituído por uréia sem afetar a produção de leite (Plumer *et al.*, 1971; Johnson *et al.*, 1987; Casper *et al.*, 1990; Broderick *et al.*, 1993; Santos *et al.*, 1998; Guidi,

1999; Imaizumi, 2000).

Entretanto, quando o farelo de soja, a uréia e a uréia extrusada com milho ("Starea") foram avaliados como fontes de N, os animais alimentados com uréia produziram menos leite, conforme Helmer *et al.* (1970b) e Roman-Ponce *et al.* (1975), não havendo diferença entre os tratamentos com farelo de soja e "Starea". Menor produção de leite com inclusão de uréia também foi relatada por Santos *et al.* (2001) e Imaizumi *et al.* (2002).

Segundo o NRC (2001), o tratamento U apresentou deficiência em proteína metabolizável, ao redor de 129 gramas por vaca, para a produção observada de leite de 19 kg/d. A produção de leite predita pelo programa foi de apenas 16,5 kg/d. Conforme o programa, a disponibilidade de energia líquida foi adequada para a produção observada. Esses dados sugerem que o NRC (2001) subestima o fluxo de proteína metabolizável para o intestino de vacas no terço final de lactação, recebendo dietas com alto teor de uréia.

Na maioria dos trabalhos revisados, quando ocorre efeito negativo da uréia na produção de leite, este parece estar relacionado à redução no consumo de MS. Redução esta que parece estar mais relacionada ao estágio de lactação do que à produção de leite em si. Os dados deste trabalho contrastados com os dados da literatura sugerem que as vacas no terço final de lactação não têm seu consumo reduzido pela suplementação com uréia e, assim, são capazes de manter a produção de leite.

O teor de gordura do leite foi maior para o tratamento U ($p < 0,05$), inexistindo diferença entre os tratamentos FS e A150S ($P > 0,05$). A produção de gordura também foi maior ($p < 0,05$) para o tratamento U, intermediária para o tratamento A150S e inferior para o tratamento FS. Esses dados são semelhantes aos relatados por Helmer *et al.* (1970b), Plumer *et al.* (1971) e Roman-Ponce *et al.* (1975). Entretanto, Silva *et al.* (2001) observaram efeito negativo da adição de uréia sobre a porcentagem de gordura do leite, o que poderia ser explicado pela redução no consumo de energia devido ao menor consumo de MS.

Um possível efeito benéfico da uréia no pH ruminal poderia explicar o maior teor de gordura no tratamento observado no presente trabalho. O poder alcalinizante da uréia poderia auxiliar na manutenção de um pH ruminal mais elevado nessa dieta e favorecer a digestão de fibra no rúmen, como

também minimizar a produção de ácidos graxos de cadeia trans. Uma maior disponibilidade de precursores (acetato), assim como uma menor concentração de fatores inibidores (ácidos graxos de cadeia trans) da síntese de gordura na glândula mamária poderiam explicar o maior teor de gordura no leite de vacas recebendo dieta com 2% de uréia (Gaynor *et al.*, 1994). No entanto, os dados do experimento 2 não mostraram diferenças nos valores médios de pH ruminal e digestibilidade de fibra entre os tratamentos FS e U. Vale frisar, contudo, de acordo com os dados obtidos em cada hora do dia, que apenas no tratamento U o pH ruminal se manteve acima de 6,0 nas primeiras 4 horas após a alimentação.

O teor de proteína do leite e a produção de proteína do leite não foram afetados pelos tratamentos ($p > 0,05$), corroborando com o encontrado por Plumer *et al.* (1971), Johnson *et al.* (1987), Broderick *et al.* (1993), Guidi (1999), Imaizumi (2000) e Santos *et al.* (2001).

Os dados encontrados na literatura são controversos; em alguns trabalhos há redução no teor de proteína do leite (Huber *et al.*, 1967; Helmer *et al.*, 1970b; Silva *et al.*, 2001), em outros havendo aumento (Casper *et al.*, 1990), com a inclusão de uréia na dieta. De acordo com estes últimos autores, não se sabe se o aumento no teor de proteína do leite com a suplementação com uréia deve-se ao maior teor de proteína verdadeira ou ao maior teor de nitrogênio não-protéico do leite.

O principal fator determinante do teor de proteína do leite é a quantidade e o perfil de aminoácidos que chegam ao duodeno, sendo os mais limitantes, para a síntese de proteína na glândula mamária, a lisina e a metionina. Os dados de teor e produção de proteína do leite observados no tratamento U discordam da simulação feita com o NRC (2001), que apontou deficiência de proteína metabolizável para a produção de 19 kg/d de leite obtida.

Broderick *et al.* (1993) sugeriram que a ausência de efeito negativo em termos de produção de proteína do leite em vários estudos, quando se incluiu uréia em dietas para vacas leiteiras, indicou que a proteína metabolizável não foi limitante no tratamento com uréia. Os dados do presente estudo concordam com os autores supracitados e apontam igual eficiência da uréia em suprir aminoácidos para a síntese protéica na glândula mamária de vacas no terço final de lactação em relação ao farelo de soja (quando incluída na dieta na proporção de até 2% da MS).

Não houve diferença entre os tratamentos para

teor e produção de lactose do leite ($p>0,05$), condizente com Johnson *et al.* (1987) que não obtiveram efeito da inclusão de 0,72% de uréia na dieta sobre a lactose do leite, e com Imaizumi (2000). Vale ressaltar os baixos valores de lactose do leite observados no presente estudo, que normalmente variam de 4,6% a 4,8%, de acordo com Fonseca e Santos (2000). Um possível efeito do estresse calórico, ao qual foram submetidas as vacas, pode, em parte, explicar tal fato. Publicações das décadas de 40 a 60 nos Estados Unidos mostravam a preocupação dos técnicos com a redução do teor de lactose do leite quando as vacas eram mantidas em pastagens durante o verão, sem condições adequadas de conforto térmico. Eram constantes, na época, penalizações ao produtor devido ao baixo valor críscópico no leite.

O teor de sólidos totais do leite foi maior ($p<0,05$) para o tratamento U, enquanto a produção de sólidos totais não diferiu ($p>0,05$) entre os tratamentos. Imaizumi (2000) também não encontrou diferença entre os teores e produções de sólidos totais do leite quando substituiu parcialmente o farelo de soja por uréia. Esses dados diferem, em parte, dos encontrados por Roman-Ponce *et al.* (1975), em que o teor de sólidos totais foi semelhante entre os tratamentos com farelo de soja e uréia e menor para o tratamento com "Starea". O maior teor de sólidos totais no leite na dieta U deveu-se basicamente ao maior teor de gordura do leite nesse tratamento.

Não houve diferença entre os tratamentos para variação do peso corporal ($p>0,05$). Todavia, os animais que receberam o tratamento A150S tiveram maior ganho de condição corporal ($p<0,05$), não havendo diferença entre os tratamentos FS e U. Em alguns trabalhos, os animais alimentados com uréia perderam significativamente mais peso do que os alimentados com farelo de soja ou "Starea" (Huber *et al.*, 1967; Helmer *et al.*, 1970b). Entretanto, na maioria dos trabalhos revisados por Santos *et al.* (1998), a condição corporal dos animais não foi afetada pela suplementação com uréia.

A Tabela 6 apresenta os valores de N-ureico e glicose no plasma sanguíneo. Na primeira fase experimental (0-40d), as concentrações de NUP não foram afetadas pelas fontes protéicas ($p>0,05$). Não obstante, na segunda fase a suplementação com A150S resultou em valores mais elevados ($p<0,05$) de NUP, não havendo diferença entre os tratamentos U e FS. Huber *et*

al. (1967), Plumer *et al.* (1971) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças nas concentrações de NUP quando compararam farelo de soja e uréia em dietas para vacas em lactação. Em outro trabalho (Broderick *et al.*, 1993), contudo a concentração de NUP foi menor quando a proteína verdadeira foi fornecida, comparada com a uréia, tendo sido sugerido pelos autores que as concentrações de NUP determinadas com farelo de soja (<11 mg/dL), indicavam deficiência de proteína degradável no rúmen.

Tabela 6. Teor de N ureico e glicose no plasma sanguíneo dos animais no experimento 1 (mg/dL).

	FS	A150S	U	$p<$	EPM
NUP*	18,51	20,16	20,10	0,5847	1,3951
NUP**	12,92b	20,88 ^a	15,92b	0,0164	1,4069
Glicose*	51,10	52,30	53,10	0,6647	0,0152
Glicose**	51,30	52,00	53,10	0,6911	0,0147

*1ª fase experimental; **2ª fase experimental; NUP= nitrogênio ureico no plasma; Letras diferentes nas linhas referem-se a médias que diferem pelo teste dos Quadrados Mínimos ($P<0,05$); $p<=$ probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos; EPM= erro padrão da média com 32 graus de liberdade.

Valores de NUP e de nitrogênio uréico no leite (NUL) têm sido usados como instrumentos para monitorar a adequação da nutrição protéica de vacas leiteiras. O objetivo é evitar excesso ou falta de proteína para o animal. Deficiência protéica compromete a produção (Santos *et al.*, 1998), enquanto o excesso de proteína, além de encarecer a dieta, pode afetar negativamente a eficiência reprodutiva da vaca, tendo também impacto negativo no meio ambiente.

Os dados mostram que os valores de NUP observados no presente estudo foram acima de 16 mg/dL na primeira fase do experimento, sugerindo que o teor de PB ou de PDR da dieta provavelmente foi excessivo, independente da fonte utilizada. Os valores adequados de NUP e NUL para vacas em lactação não são fixos, mas variam conforme o estágio de lactação e produção de leite. Vacas em início de lactação e com produções elevadas têm valores adequados mais elevados do que as vacas em final de lactação, com menores produções de leite.

Para as produções de leite e estágio de lactação verificados no presente estudo, os teores de PB utilizados na primeira fase (em torno de 17%) estão acima das recomendações do NRC (2001) quando se fornece a quantidade adequada de proteína metabolizável para o animal. Quando os teores de PB da dieta foram reduzidos para valores próximos de 15% (segunda fase experimental), as concentrações de NUP baixaram para patamares mais adequados nos tratamentos FS e U, mas curiosamente não no A150S. A manutenção de

valores elevados de NUP na dieta A150S na segunda fase do experimento não apresenta explicação lógica.

Apesar de no presente estudo terem sido utilizadas vacas no terço final de lactação, no qual se espera que todos os animais já estejam prenhes e portanto, não ter impacto na reprodução das vacas, a adequação dos valores de NUP é importante como um instrumento de monitoramento da nutrição protéica de vacas leiteiras nesta fase e como forma de evitar danos ao meio ambiente.

A concentração de glicose plasmática não foi afetada pelos suplementos protéicos ($P>0,05$). Broderick *et al.* (1993), Guidi (1999) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças na concentração de glicose quando adicionaram uréia à dieta. De modo geral, a manipulação de fontes ou teores de proteína na dieta, dificilmente afeta os teores de glicose plasmática (Santos *et al.*, 1998).

Na Tabelas 7 e 8 são apresentados os dados do experimento 2. Suplementos protéicos podem afetar a digestibilidade e o consumo de MS da dieta, principalmente quando ocorre deficiência ruminal de amônia, aminoácidos ou peptídeos (NRC, 2001). No presente estudo, o consumo e a digestibilidade no trato total da MS e PB não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$), semelhantemente ao encontrado por Silva *et al.* (1994), Lines e Weiss (1996), Guidi (1999) e Oliveira *et al.* (2001). Já Huber *et al.* (1967) obtiveram valores de digestibilidade aparente da MS mais baixos para dietas com uréia, mas a digestibilidade da PB não foi afetada, enquanto Salman *et al.* (1997) obtiveram maior coeficiente de digestibilidade da MS para o tratamento com amiréia e a digestibilidade da PB não diferiu quando farelo de soja, uréia ou amiréia foram utilizados como fonte de nitrogênio (N) para ovinos.

Tabela 7. Composição química bromatológica das dietas do experimento 2.

	MS (%)	MO (%MS)	PB (%MS)	FDN (%MS)	FDA (%MS)
P1					
FS	47,65	93,50	17,66	23,16	12,99
A150S	47,78	94,21	17,80	22,77	12,87
U	47,66	94,18	17,67	22,72	12,85
P2					
FS	46,33	93,55	18,32	25,16	13,99
A150S	46,47	94,13	18,48	24,66	13,78
U	46,35	94,10	18,09	24,62	13,85
P3					
FS	47,14	93,58	17,93	22,10	12,44
A150S	47,27	94,22	18,17	21,86	12,39
U	47,15	94,20	17,79	21,89	12,45

FS= farelo de soja; A150S= amiréia; U= uréia; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; P1= 1º período experimental; P2= 2º período experimental; P3= 3º período experimental.

Tabela 8. Consumo, digestibilidade no trato digestivo total, variáveis ruminiais e sanguíneas observadas no experimento 2.

	FS	A150S	U	p<	EPM
Consumo (kg/d)					
MS	13,11	12,83	13,04	0,8835	0,3983
PB	2,36	2,33	2,33	0,9395	0,0732
Digestibilidade (%)					
MS	71,15	66,86	71,23	0,5221	2,7258
PB	74,42	72,87	76,60	0,5275	2,2041
pH*	5,98a	5,81b	6,00a	0,0341	0,0874
N amoniacal (mg/L)	79,61b	108,79a	100,69a	0,0362	14,6546
AGV total (mM)	172,82	155,77	151,95	0,1956	7,5346
C ₂ (%)	60,50a	58,71b	59,83ab	0,0416	0,7215
C ₃ (%)	22,63b	24,33a	24,26a	0,0285	0,4486
C ₄ (%)	13,05	13,35	12,89	0,7746	0,7515
C ₂ :C ₃	2,67a	2,44b	2,50b	0,0507	0,0620
NUP (mg/dL)	14,17	14,78	11,93	0,1988	1,3852
Glicose plasma (mg/dL)	53,40	52,00	55,00	0,3565	0,0165

* valores de pH, N amoniacal e AGV referem-se a média dos dados obtidos nas 24 horas do dia; C₂=proporção de acetato em relação ao total de AGV; C₃=proporção de propionato em relação ao total de AGV; C₄= proporção de butirato em relação ao total de AGV; C₂:C₃=relação acetato:propionato; NUP= nitrogênio uréico no plasma; Letras diferentes nas linhas referem-se a médias que diferem entre si pelo Teste dos Quadrados Mínimos ($P<0,05$); $p<=$ probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos; EPM= erro padrão da média com 5 graus de liberdade.

A ausência de efeito negativo das fontes de nitrogênio não-protéico no consumo de MS do experimento 2 são consistentes com os dados obtidos no experimento 1 e com a maioria dos trabalhos revisados por Santos *et al.* (1998).

Os valores de pH ruminal foram maiores ($p<0,05$) para os tratamentos FS e U em comparação com o A150S. Diversos trabalhos de pesquisa (Plumer *et al.*, 1971; Casper *et al.*, 1990; Guidi, 1999; Imaizumi, 2000) não encontraram diferenças nos valores de pH ruminal de animais alimentados com farelo de soja ou uréia. Em alguns casos, a uréia tem apresentado valores mais altos de pH ruminal poucas horas após a alimentação em comparação ao farelo de soja (Roman-Ponce *et al.*, 1975). De modo geral, a suplementação com uréia aumentou o pH ruminal duas horas após a alimentação (Figura 1), comparada aos demais tratamentos, de acordo com os dados obtidos em cada hora do dia. Além disso, apenas no tratamento U o pH ruminal se manteve acima de 6,0 nas primeiras 4 horas após a alimentação. Esse aspecto pode explicar, parcialmente, o efeito positivo da uréia no teor de gordura do leite, observado no presente estudo.

Os teores de N amoniacal no fluido ruminal, entre 79,61 e 108,79 mg/L estão dentro da faixa, ou mesmo acima da recomendada, para maximizar a síntese microbiana (Clark *et al.*, 1992), mas abaixo do proposto por Mehrez *et al.* (1977) para maximizar a fermentação ruminal. Os tratamentos U e A150S apresentaram valores mais elevados ($p<0,05$) de N amoniacal no rúmen em comparação ao farelo de soja.

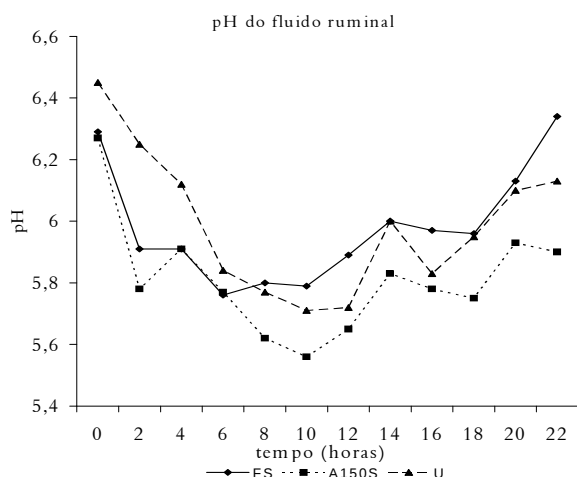


Figura 1. Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

A análise nos tempos de colheita indicou que, para o farelo de soja, o pico de N amoniacal ocorreu entre 6 e 8 horas após a alimentação, enquanto para os tratamentos A150S e U ocorreu entre 2 e 4 horas após a alimentação (Figura 2).

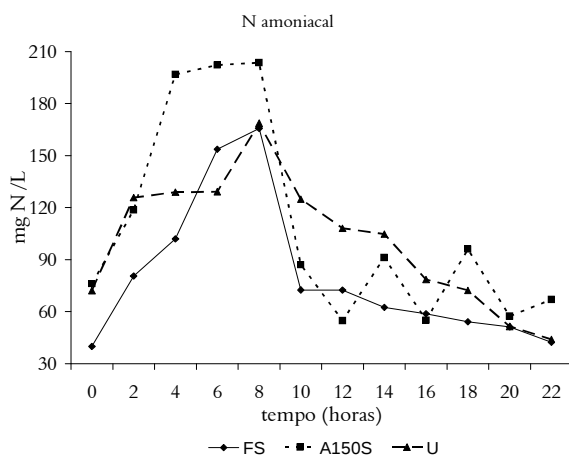


Figura 2. Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N amoniacal no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Teores de N-amoniacal no fluido ruminal mais altos para os tratamentos com uréia têm sido relatados com frequência na literatura (Roman-Ponce *et al.*, 1975; Casper e Schingoethe, 1986; Casper *et al.*, 1990; Broderick *et al.*, 1993; Lines e Weiss, 1996 e Guidi, 1999), uma vez que o NNP é totalmente degradável no rúmen, enquanto parte da proteína da soja não é degradada no rúmen (NRC, 2001).

Os valores similares entre U e A150S sugerem que a extrusão da uréia com fonte de amido não reduziu a sua velocidade de

degradação ruminal como proposto. Os trabalhos que sugeriram menor velocidade de degradação da uréia quando extrusada com milho ou outra fonte de amido (Helmer *et al.*, 1970a; Maia *et al.*, 1987) utilizaram produto com menor concentração de proteína, ao redor de 40%. Isto implica grande participação de milho extrusado na mistura. Essa maior participação de uma fonte de amido de alta degradabilidade ruminal pode ser a explicação para os menores teores de N-amoniacal nos estudos *in vitro* e *in vivo*, e não um efeito direto do processamento sobre a uréia.

De modo geral, não houve efeito de tratamento na concentração molar total de AGV ruminais, porcentagem de ácido acético, propiônico e butírico e proporção ácido acético: propiônico ($p > 0,05$). Casper *et al.* (1990), Guidi (1999) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças na concentração de AGV com a adição de uréia na dieta. Já Roman-Ponce *et al.* (1975) obtiveram maiores concentrações de AGV total nos tratamentos com farelo de soja e "Starea". Diferenças nas concentrações molares de AGV poderiam ocorrer caso um dos tratamentos fosse deficiente em proteína degradável no rúmen, limitando a disponibilidade de amônia, peptídeos e aminoácidos no fluido ruminal para os microrganismos. Apesar das concentrações de aminoácidos e peptídeos não terem sido medidas, os dados de N amoniacal no fluido ruminal não indicaram restrição de compostos nitrogenados para os microrganismos.

Apesar das concentrações mais altas de N amoniacal no fluido ruminal com fontes de NNP, os valores de NUP não foram afetados pelos tratamentos. Estes dados estão de acordo com os obtidos na primeira fase do experimento 1 e mostram que outros fatores além da concentração ruminal de N amoniacal afetam as concentrações de NUP (Broderick *et al.*, 1993).

Os teores de glicose plasmática também não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). Praticamente todo o fluxo líquido de glicose liberado pelo sistema esplâncnico (vísceras drenadas pelo sistema porta + fígado) para os tecidos periféricos e glândula mamária de vacas leiteiras provém da gluconeogênese hepática. O principal substrato para a síntese de glicose no fígado de bovinos é o propionato. (Theurer *et al.*, 1999). A ausência de efeito dos tratamentos nas concentrações de glicose plasmática pode ser explicada, provavelmente, pela ausência de efeito dos tratamentos na concentração total de AGV no rúmen.

Para vacas em final de lactação, produzindo ao redor de 20 kg/d, a suplementação com teores elevados de NNP (2% de uréia ou o equivalente em amiréia na MS da dieta), em substituição parcial ao farelo de soja, pode ser efetuada sem comprometimento do desempenho animal, haja vista que não foram observadas alterações no consumo de alimento, nas produções de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura, nos teores e produções de proteína e lactose do leite, na produção de sólidos totais e na concentração de N uréico e glicose no plasma sanguíneo.

A digestibilidade da dieta, assim como as variáveis ruminais, não foram prejudicadas pela substituição parcial de uma fonte de proteína verdadeira por fontes de NNP.

Os dados de amônia ruminal e uréia plasmática não sugerem menor degradação ruminal da uréia quando processada na forma extrusada em relação à uréia convencional.

Os dados gerados por este trabalho não mostraram vantagem do processamento da uréia na forma extrusada com amido (A150S) para vacas em lactação produzindo ao redor de 20 kg/d.

Referências

- BRODERICK, G.A. *et al.* Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silages. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 76, p. 2266-2274, 1993.
- 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. *Clin. Chem.*, Washington, DC, v. 8, p. 130-146, 1962.
- CLARK, J.H. *et al.* Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 8, p. 2304-2323, 1992.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. *Qualidade do leite e controle de mastite*. São Paulo: Lemos Editorial & Gráficos Ltda., 2000.
- 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.

HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A Review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 54, p. 25-51, 1971.

HELMER, L.G. *et al.* Feed Processing. V. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 53, p. 331-335, 1970a.

HELMER, L.G. *et al.* Feed processing. VI. Comparison of starea, urea, and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 53, p. 883-887, 1970b.

HUBER, J.T. *et al.* Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 50, p. 1241-1247, 1967.

IMAIZUMI, H. *Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas holandesas em final de lactação*. 2000. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

IMAIZUMI, H. *et al.* Utilização do farelo de algodão como substituto do farelo de soja em dietas para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: Nordeste Digital Line S/A., 2002. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes. 06sbz1469.pdf.

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.

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.

MAIA, R.L.A. *et al.* Avaliação da qualidade da amiréia (produto da extrusão amido-uréia) através do método de estimativa da produção de proteína microbiana "in vitro". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p. 356.

MEHREZ, A.Z. *et al.* Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Br. J. Nutr.*, Wallingford, v. 38, p. 437, 1977.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

OLIVEIRA, A.S. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 54, p. 1025-1033, 1971.

PLUMER, J.R. *et al.* Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 54, p. 1861-1865, 1971.

- ROMAN-PONCE, H. *et al.* Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 58, n. 9, p. 1320-1327, 1975.
- SALMAN, A.K.D. *et al.* Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína bruta de rações para ovinos, suplementadas com amiréia, uréia ou farelo de algodão. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, p. 179-185, 1997.
- 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, 30., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 2001. p. 1278.
- SAS. User's guide: Statistics, Version 5 Edition, 1991. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SILVA, J.F.C. *et al.* Valor nutritivo da palha de arroz suplementada com amiréia, fubá + uréia e farelo de soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 29, p.1475-1481, 1994.
- SILVA, R.M.N.S. *et al.* Uréia para vacas em lactação.1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.
- TEIXEIRA, J.C. *et al.* Utilização da Amiréia-150S como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 482.
- THEURER, C.B. *et al.* Invited Review: Summary of Steam-Flaking Corn or Sorghum Grain for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 82, p. 1950-1959, 1999.
- 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, 1991.
- WILDMAN, E.E. *et al.* A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 65, p. 495-501. 1982.
- ZINN, R.A. *et al.* Interaction of feed intake level on comparative ruminal and total tract digestion of dry-rolled and steam-flaked corn. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1239, 1995.

Received on April 02, 2004.

Accepted on April 18, 2005.