Efeitos da fonte de proteína da dieta sobre a digestão de amido em bovinos

Antonio Ferriani Branco*, Claudete Regina Alcalde, Fábio José Maia, Daniela Almeida Brito, Kátia Cylene Guimarães e Rosemeri Aparecida Ferreira

*Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Author for correspondence.*

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de três fontes de proteína: uréia (UR), farinha de penas (FPE) e farelo de glúten de milho (FGM) sobre a digestão ruminal, intestinal e total do amido em bovinos. Utilizaram-se três bovinos da raça Holandês Preto e Branco, castrados, fistulados no rúmen e duodeno, distribuídos em um delineamento experimental quadrado latino 3 x 3. Não houve efeito da fonte protéica (P> 0,05) sobre os parâmetros de digestão avaliados com relação à matéria seca, bem como a composição química microbiana e pH ruminal. A dieta UR apresentou maior produção ruminal de amônia seguida pelas dietas FGM e FPE (P<0,05). A eficiência microbiana aparente e verdadeira foi maior para a dieta FGM (P<0,05) e semelhante para as dietas UR e FPE. Não houve efeito das fontes protéicas sobre a digestibilidade intestinal do amido. O coeficiente de digestibilidade total (%) do amido não apresentou diferença significativa, embora a digestão total do amido (g/dia) tenha sido maior (P<0,05) para as dietas UR e FPE.

Palavras-chave: amido, fonte protéica, proteína by-pass, ruminantes.

ABSTRACT. Effects of diet protein source on starch digestion in cattle. The effect of three protein sources, urea (UR), feather meal (FM) and corn gluten meal (CGM) on ruminal, intestinal and total starch digestion in cattle was evaluated. Three Holstein steers implanted with ruminal and duodenal cannulae, in a 3x3 Latin square design, were used. Protein source (p>0.05) did not affect dry matter evaluations, chemical microbial composition and ruminal pH. UR diet showed highest ruminal ammonium production, followed by CGM and FM diets (P<0.05). The apparent and true microbial efficiency was higher in CGM diet (P<0.05) and identical to UR and FM diets. Protein source did not affect intestinal digestibility starch. Total digestibility coefficient (%) of starch failed to show any significant difference, albeit total digestion of starch (g/day) was higher (P<0.05) in UR and FM diets.

Key words: starch, protein sources, by-pass protein, ruminants.

O amido, principal componente de muitos grãos de cereais, representa 45 a 80% da composição dos mesmos e está presente nas raízes e nos tubérculos. O amido é um polissacarídeo heterogêneo, composto de dois polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina (French, 1973; Guilbot e Mercier, 1985). Estes polímeros de glicose são, em parte, responsáveis pelas diferentes taxas de digestão do amido (Zeoula *et al*., 1998). A digestibilidade do amido no trato digestivo de bovinos pode ser implementada através de proteína suplementar (Rust *et al*., 1979; Veira *et al*., 1980). Alcalde (1997) revisando a literatura, concluiu que não se conhece quantitativamente a real existência de uma fração solúvel do amido. Segundo Van Soest (1994), o amido tem alta digestibilidade, todavia a extensão da digestão do amido no rúmen pode ser influenciada pelos seguintes fatores: endosperma (córneo versus farináceo), processamento do grão, nível de ingestão de amido, interação proteína e amido, integridade celular e pela presença de inibidores. Rooney e Pflugfelder (1986) afirmam que existe grande variação na digestibilidade do amido de diferentes alimentos. Em geral, o amido presente nos cereais é mais facilmente digerido que o de raízes e tubérculos, enquanto o amido de leguminosas apresentou digestibilidade intermediária.

São poucos os trabalhos que têm a finalidade de estudar as conseqüências das diferentes taxas de degradação dos carboidratos (Widyobroto, 1992;

Mould *et al*., 1993) ou da combinação da taxa de degradação sincronizada ou não da fração nitrogenada e de carboidratos dos alimentos (Herrera-Saldanha *et al*., 1990; Sinclair *et al*., 1993; Muñoz *et al*., 1995), sobre o processo digestivo. Quando cordeiros receberam infusão duodenal de 200 g de amido/dia e foram alimentados com dietas contendo níveis crescentes de proteína e proteína não degradável, a digestão de amido no trato total aumentou linearmente (Castlbury e Preston, 1993). Isto sugere que a digestão pós-ruminal de amido pode ser melhorada quando o suprimento de proteína para o duodeno aumenta.

Em ovinos, a infusão abomasal de caseína melhorou a secreção de amilase pelo pâncreas (Magee, 1961). Johnson *et al*. (1997) observaram que em ratos alimentados com dietas ricas em amido, a secreção da amilase pancreática aumentou quando quantidades adequadas de proteína de alta qualidade foram supridas. Quando a proteína foi substituída por amido, na dieta de ratos, a atividade específica da amilase pancreática diminuiu (Brannon, 1990). Nocek e Tamminga (1991) sugeriram que, se a síntese e a secreção de amilase pancreática fossem aumentadas pelo fluxo de uma maior quantidade de proteína ao duodeno, a digestão de amido no intestino delgado poderia ser aumentada. Streeter e Mathis (1995) utilizaram níveis crescentes de farinha de peixe como fonte de proteína sobrepassante na dieta de bovinos e não encontraram relação entre a digestão de amido no intestino delgado e o fluxo de nitrogênio para o duodeno.

Fontes de proteína e energia com taxas de degradação sincronizadas ou não sincronizadas no rúmen afetam diretamente os valores de digestibilidade ruminal do amido, bem como a concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, sendo ainda fator limitante para o crescimento microbiano no rúmen. A concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal é conseqüência do equilíbrio entre sua produção e utilização pelos microorganismos (Zeoula *et al*., 1998). Utilizando rações com fontes de carboidratos de lenta (milho) e rápida (cevada) degradação ruminal na alimentação de vacas Holandesas em início de lactação, Mccarthy *et al*. (1989) verificaram que as rações compostas de milho propiciaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica e amido. Entretanto, as rações com cevada foram mais extensivamente degradadas no rúmen, propiciando mais energia para o crescimento microbiano. Ovinos alimentados com dietas sincronizadas e não-sincronizadas, quanto a liberação de nitrogênio e energia no rúmen, apresentaram produção de proteína microbiana (g N/Kg MO ingerida) e eficiência de síntese de proteína microbiana (g N/Kg MO verdadeiramente fermentável), respectivamente, 27 e 13%, maior com dieta sincronizada (Sinclair *et al*., 1993). Esses mesmos autores verificaram que o valor mínimo de pH no líquido ruminal ocorreu 2 horas e 30 minutos após a alimentação, sendo este valor similar para os animais alimentados com dietas sincronizadas e não-sincronizadas. A dieta sincronizada tendeu à maior liberação de N, não provocando elevação da concentração de amônia no rúmen. Mccarthy *et al*., (1989) verificaram que o pico de concentração de amônia no líquido ruminal ocorreu, aproximadamente, duas horas após a alimentação. Dietas com fontes de amido de lenta degradação e nitrogênio de rápida degradação ruminal, fornecidas para vacas Holandesas no início de lactação, propiciaram maiores concentrações de amônia ruminal que dietas com amido de rápida e nitrogênio de lenta degradação ruminal.

Material e métodos

O presente experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, no período de dezembro de 1999 a março de 2000. As análises laboratoriais foram realizadas no LANA - Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal pertencente à mesma instituição.

Foram utilizados três bovinos machos, castrados, da raça Holandês Preto e Branco, com idade aproximada de 12 meses e com peso inicial de cerca de 300 Kg, implantados com cânulas ruminal e duodenal.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (08:00 h) e à tarde (16:00 h) e receberam água à vontade. As cânulas, bem como as baías onde os animais estavam alojados, foram lavadas duas vezes ao dia para manutenção de um rigoroso controle higiênico/sanitário. Os animais foram mantidos em baías individuais com 10 m^2 de área útil (sendo aproximadamente 50% desta coberta) e piso de concreto. Cada baía dispunha de comedouro individual, localizado sob a área coberta, e bebedouro coletivo para cada duas baías.

O delineamento experimental empregado foi o quadrado latino 3 x 3, sendo que os dados obtidos foram analisados pelo programa (Statistical Analysis System Institute, 1989). As diferenças entre as médias dos tratamentos foram determinadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ($P<0,05$).

O modelo matemático utilizado foi:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$ onde:

μ = média geral dos tratamentos;
T_i = efeito do tratamento i variando de 1 a 3;
A_j = efeito do animal j variando de 1 a 3;
P_k = efeito do período k variando de 1 a 3;
e_{ijk} = erro aleatório experimental.

Foi utilizada análise de regressão para as concentrações de pH e N-NH_3 do líquido ruminal, em função do tempo, após a alimentação da manhã, considerando um período de 24 h para cada tratamento.

O experimento foi conduzido com três tratamentos, onde se avaliou o efeito de três fontes protéicas (uréia, farinha de penas e farelo de glúten de milho) sobre a digestibilidade intestinal do amido. As dietas continham 65% de concentrado e 35% de volumoso (base matéria seca) e foram fornecidas para atender à ingestão de 1,5 vezes a exigência de energia líquida de manutenção. A composição das dietas experimentais é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais na matéria seca

	Dietas Experimentais (%)		
Ingrediente	UR[1]	FGM[2]	FPE[3]
Farinha de penas			6,4
Farelo de glúten de milho		6,0	
Uréia	1,8	0,6	
Polpa de citrus	10,0	10,0	10,0
Farinha de mandioca	7,2	10,0	9,6
Milho moído	46,0	38,4	39,0
Feno	35,0	35,0	35,0
Total*	100,0	100,0	100,0
	Composição Química		
Matéria seca (%)	91,70	91,70	91,80
Proteína bruta (%)	13,68	13,86	13,87
EM[4] (Mcal/kg)	2,44	2,49	2,47
PNDR[5] (% da PB)	41,50	42,70	43,50
Cálcio (%)	0,21	0,22	0,28
Fósforo (%)	0,17	0,17	0,19
FDN (%)	25,90	27,10	28,30

[1]UR: Proteína da Uréia, [2]FGM: Proteína do Farelo de Glúten de Milho, [3]FPE: Proteína da Farinha de Penas, [4]EM: Energia Metabolizável, [5]PNDR: Proteína não Degradada no Rúmen, *Foi adicionado 40g de rumensin/100kg de dieta

Foram coletadas amostras de digesta duodenal (300 g) e de fezes (150 g). O óxido de cromo (Cr_2O_3) foi utilizado como indicador de fluxo da digesta, sendo administrados 10 g diárias, em duas doses de 5g e introduzido diretamente no rúmen através da cânula ruminal nos horários de alimentação. O período experimental teve duração de 14 dias sendo 11 de adaptação e três de coleta. As amostras de fezes e digesta foram coletadas num período de 72 h, a cada 6 h, com avanço de 2 h a cada 4 coletas, no sentido de evitar a repetição de horários de coleta. Os horários de coleta foram 8, 14, 20, 2, 10, 16, 22, 4, 12, 18, 24 e 6 h. Imediatamente após as coletas, as amostras foram congeladas (-10º C) para posterior processamento e análise. Foram coletados nesses mesmos horários, cerca de 100 mL de digesta duodenal que foram utilizadas para determinação de nitrogênio amoniacal.

No primeiro dia de cada período de coleta, foram coletados aproximadamente 150 mL de fluído ruminal com intervalos de 2 horas entre as coletas, num período de 24 h, com determinação imediata do pH. Das amostras de fluído ruminal e de digesta, separava-se 50 mL com o auxílio de uma proveta e misturava-se a 1 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1:1, com congelamento imediato em frascos de plástico, devidamente vedados. As amostras de fluído ruminal e digesta duodenal congelados "in natura" foram utilizadas para determinação do nitrogênio amoniacal, segundo Vieira (1980).

No último dia de coleta de cada período, foi coletada amostra de conteúdo ruminal, cerca de 3 kg, dos quais 1,5 kg eram separados e misturados com solução salina (NaCl 0,9%) até completar 2 kg de mistura total. Esse conteúdo era homogeneizado em liquidificador e filtrado em quatro camadas de tecido, até se extrair toda a fase líquida que fora congelada imediatamente após a coleta.

As amostras de conteúdo ruminal foram utilizadas para a determinação da eficiência de síntese microbiana. As bactérias ruminais foram isoladas de acordo com a metodologia descrita por Cecava *et al*. (1990). A concentração de purinas nas bactérias do rúmen e na digesta duodenal foi determinada pelo procedimento descrito por Ushida *et al*. (1985), com modificações propostas por Bohnert *et al*. (1998).

As amostras de digesta duodenal e fezes foram descongeladas e secadas em estufa a 55º C, durante 72 h, moídas individualmente em peneiras de 1 mm em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas por animal/período/tratamento.

As amostras de digesta duodenal, fezes e dos alimentos utilizados nas dietas experimentais foram analisados para teores de matéria seca (MS) e nitrogênio (N), conforme método citado por Silva (1990), e amido, conforme Pereira e Rossi (1995).

O teor de cromo nas amostras de digesta duodenal foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica, conforme técnica descrita por Willians *et al*. (1962), e usado juntamente com a concentração de nutrientes para determinar o fluxo de nitrogênio para o duodeno.

Resultados e discussão

Os resultados encontrados para os parâmetros avaliados com relação à matéria seca (MS) e amido, bem como para os parâmetros ruminais, pH e

concentração de amônia (cujos valores representam a média das amostras obtidos no período de 24 horas), são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Digestão e digestibilidade ruminal, intestinal e total de matéria seca e amido, e parâmetros de fermentação ruminal

Variável	Dietas			EPM[4]
	UR[1]	FPE[2]	FGM[3]	
		Matéria seca		
Ingestão (g/dia)	4980,91	4931,06	4966,85	22,00
Fluxo duodenal (g/dia)	3212,69	3431,27	3381,88	133,23
Fluxo fecal (g/dia)	1444,21	1641,74	1451,83	65,37
Digestão ruminal (g/dia)	1768,23	1499,80	1584,98	116,66
Digestibilidade ruminal (%)	35,53	30,37	31,82	2,32
Digestão intestinal (g/dia)	1768,48	1789,52	1930,05	106,50
Digestibilidade intestinal (%)	54,79	51,56	56,81	1,42
Digestão total (g/dia)	3536,71	3289,32	3515,03	44,38
Digestibilidade total (%)	70,84	66,44	70,53	1,29
		Amido		
Ingestão (g/dia)	2136,83[a]	2143,62[a]	1995,92[b]	11,42
Fluxo duodenal (g/dia)	885,17	910,03	1025,24	56,25
Fluxo fecal (g/dia)	90,44	111,71	87,53	6,87
Digestão ruminal (g/dia)	1251,66	1233,59	970,68	62,43
Digestibilidade ruminal (%)	58,59	57,54	48,24	2,31
Digestão intestinal (g/dia)	794,73	798,32	937,71	61,20
Digestibilidade intestinal (%)	89,54	87,38	91,25	0,99
Digestão total (g/dia)	2046,39[a]	2031,91[a]	1908,39[b]	5,16
Digestibilidade total (%)	95,70	94,77	95,56	0,31
		Parâmetros Ruminais		
NH_3 ruminal (mg/100ml)	10,62[a]	2,18[b]	4,73[ab]	0,87
pH ruminal	6,37	6,59	6,20	0,05

[1] Uréia, [2] Farinha de penas, [3] Farelo de glúten de milho e [4] Erro padrão da média, Sobrescritos diferentes na mesma linha p< 0,05 (teste de Tuckey)

O uso de diferentes fontes de proteína não afetou (P>0,05) a quantidade de MS ingerida (g/dia), a digestão ruminal, intestinal e total (g/dia), bem como os coeficientes de digestibilidade ruminal, intestinal e total (%) da MS para os tratamentos avaliados. Resultado este que concorda com Knaus *et al*. (1998), que observaram não haver influência do nível de proteína não degradada no rúmen sobre a digestibilidade aparente total da MS em bovinos.

Em relação ao amido, a ingestão do mesmo (g/dia) foi menor (P<0,05) para a dieta com farelo de glúten de milho (FGM), porém não houve diferença entre as dietas com uréia (UR) ou farinha de penas (FPE) como fontes protéicas. A digestão total do amido (g/dia) da dieta FGM foi menor (P<0,05) quando comparada às dietas UR e FPE. O resultado para digestão total do amido tem relação estreita com a menor ingestão de amido da dieta FGM, pois os coeficientes de digestibilidade ruminal, intestinal e total foram semelhantes para todas as dietas (P>0,05), mostrando que a eficiência de utilização das três fontes foi a mesma. Apesar de não haver diferenças (P>0,05), a digestibilidade ruminal (%) do amido da dieta FGM foi 17,7% menor que a dieta UR e 16,2% menor que a dieta FPE.

Branco (1998) avaliou o efeito da infusão abomasal de níveis crescentes de caseína em bovinos e observou um decréscimo linear na digestão do amido ruminal (g/dia) e um aumento linear da digestão do amido no intestino delgado (g/dia), à medida que níveis mais elevados foram utilizados. No entanto, o autor não observou aumento da digestibilidade intestinal de amido com níveis mais elevados de infusão de caseína. Este fato foi constatado na presente pesquisa onde se verificou que o maior fluxo duodenal (P<0,05) de nitrogênio da dieta FGM (121,29 g/dia) em relação à dieta UR (89,66 g/dia) não produziu modificação na digestibilidade intestinal de amido (P>0,05), que foi 91,25%; 89,54% e 87,38% para as dietas FGM, UR, FPE, respectivamente. Estes resultados discordam de Castlebury e Preston (1993), que sugeriram que a digestão intestinal do amido pode ser aumentada com o maior fluxo de proteína para o duodeno. Porém, Streeter e Mathis (1995), avaliando o efeito da proteína sobrepassante sobre a digestão intestinal do amido, usando farinha de peixe como fonte by-pass, também verificaram que não houve aumento significativo na digestibilidade intestinal do amido.

Não houve diferenças (P>0,05) na composição química dos microrganismos ruminais produzidos (Tabela 3). Os teores de MS e MO na composição química dos microrganismos ruminais estão dentro da faixa de variação proposta por Valadares Filho (1995), que encontrou como média de MS, MO e N total (%) de bactérias isoladas do rúmen os teores de 89,2%; 84,6% e 7,1% Porém, o autor destaca como valores normais os teores de 81,1% a 95,7%; 61,2% a 94,2%; 5,2% a 8,7%, respectivamente. Contudo, o teor de N encontra-se no limite mínimo ou abaixo, como no caso da dieta FPE, mostrando ineficiência de utilização do N no rúmen, comprovado pela menor eficiência de síntese microbiana (P<0,05), mostrada na Tabela 4.

Tabela 3. Composição química microbiana (base na matéria seca)

Variável	Dietas			EPM[4]
	UR[1]	FPE[2]	FGM[3]	
Matéria seca (%)	91,69	93,37	90,79	0,50
Matéria orgânica (%)	76,17	71,08	79,46	4,57
Nitrogênio (%)	5,21	4,90	5,39	0,17

[1] Uréia, [2] Farinha de penas, [3] Farelo de glúten de milho e [4] Erro padrão da média

A ingestão total de N (g/dia) foi maior (P<0,05) para a dieta FGM, seguida pelas dietas UR e FPE. Em relação ao fluxo duodenal de N total (g/dia), o mesmo foi superior (P<0,05) para a dieta FGM em relação à dieta UR. A dieta FPE apresentou fluxo duodenal de N total semelhante às outras dietas, ou seja, intermediário ao maior e ao menor valor.

Tabela 4. Fluxo de nitrogênio, eficiência de síntese microbiana e eficiência de utilização da proteína bruta

Variável	Dietas			EPM[4]
	UR[1]	FPE[2]	FGM[3]	
	Nitrogênio			
Ingestão total de N (g/dia)	102,16[b]	96,91[c]	105,93[a]	0,42
Fluxo duodenal de N total (g/dia)	89,66[b]	100,19[ab]	121,29[a]	3,03
Fluxo duodenal de N bacteriano (g/dia)	44,30	39,74	66,87	4,37
Fluxo duodenal de N amoniacal (g/dia)	7,03	3,61	6,84	0,70
Fluxo duodenal de N não amoniacal não bacteriano (g/dia)	38,33	56,84	47,59	6,62
Fluxo Fecal de N total (g/dia)	31,07	39,85	33,28	1,49
	Eficiência de Síntese Microbiana			
Aparente (g/dia)	22,44[b]	22,85[b]	37,16[a]	1,47
Verdadeira (g/dia)	16,82[b]	17,03[b]	23,23[a]	0,53
Fluxo duodenal de matéria orgânica Bacteriana (g/dia)	648,97	573,63	998,42	94,67
	Proteína			
Ingestão total de PB (g/dia)	638,51[b]	605,70[c]	662,07[a]	2,62
N metabolizável (g/dia)	60,38[b]	66,12[ab]	80,67[a]	1,77
Proteína metabolizável (g/dia)	365,52[b]	408,45[ab]	494,49[a]	12,34
Eficiência de utilização da PB (%)	57,42	67,43	76,30	2,99

[1] Uréia, [2] Farinha de penas, [3] Farelo de glúten de milho e [4] Erro padrão da média, Sobrescritos diferentes na mesma linha p< 0,05 (teste de Tuckey)

O fluxo duodenal de N bacteriano, N amoniacal e N não bacteriano não amoniacal, bem como o fluxo fecal de N total (g/dia) não mostraram diferenças (P>0,05) para as dietas avaliadas. Porém, o fluxo duodenal de N bacteriano para a dieta FGM foi 33,75% maior que a dieta UR e 40,57% maior que a dieta FPE. Apesar de não ter havido diferença (P>0,05), o fluxo duodenal de N amoniacal, para a dieta FPE, foi 48% menor que os outros tratamentos, enquanto que, para o fluxo duodenal de N não amoniacal não bacteriano da dieta FPE, foi 32,56% maior que a dieta UR e 16,28% maior que a dieta FGM, mostrando, assim, a passagem de maior quantidade de N da dieta ao intestino delgado.

Cecava *et al*. (1991) observaram que o fluxo total de N para o intestino delgado de novilhos foi 13% maior quando uma suplementação protéica foi fornecida a partir de uma combinação de farinha de sangue e farelo de glúten de milho. A combinação de alimentos com proteína de baixa degradabilidade ruminal aumentou a passagem de N não amoniacal não bacteriano e reduziu a eficiência de síntese microbiana e o fluxo de N microbiano para o intestino delgado. Christensen *et al*. (1993) formularam dietas para vacas em lactação, com 30 ou 45% de proteína não degradada no rúmen, usando uma combinação de diferentes fontes protéicas e observaram que a passagem de N total, N não amoniacal e N não amoniacal não bacteriano foi maior para as dietas com alto teor de proteína não degradada no rúmen.

Observou-se diferença (P< 0,05) para a eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira. Tanto a eficiência de síntese microbiana aparente quanto a verdadeira foram maiores para a dieta FGM e menores para as dietas UR e FPE.

Stokes *et al*. (1991), avaliando diferentes fontes protéicas, observaram que a eficiência microbiana verdadeira não diferiu entre as dietas e observaram valores médios abaixo de 32 a 38g N microbiano/kg MO verdadeiramente degradada. Esses autores sugerem que a produção microbiana deveria ser expressa em termos de carboidrato digerido, pois o mesmo é a fonte primária de energia para o crescimento microbiano.

Em relação à ingestão total de PB (g/dia), esta foi maior (P<0,05) para a dieta FGM, seguida pela dieta UR e pela dieta FPE. Porém, avaliando N metabolizável (g/dia) e proteína metabolizável (g/dia), observa-se que, apesar da menor ingestão de PB com a dieta FPE, esta mostrou resultados semelhantes às dietas UR e FGM, sendo que a dieta FGM, por sua vez, apresentou valores superiores (P<0,05) à dieta UR.

Quanto à eficiência de utilização da PB, observa-se que os resultados não diferiram (P>0,05), porém a dieta FGM mostrou-se 8,87% mais eficiente que a dieta FPE e 19,01% que a dieta UR, enquanto que a dieta FPE foi 10,01% mais eficiente que a dieta UR.

Avaliando os parâmetros ruminais (Tabela 2), observa-se que os valores de pH ruminal não foram diferentes (P> 0,05) entre as dietas avaliadas, e a média obtida nos três tratamentos foi de 6,39. A análise de regressão deste parâmetro mostrou efeito cúbico quando se avaliou em função do período de 24 h (Tabela 5).

Tabela 5. Equações de regressão para pH e NH_3 ruminal durante o período de 24 horas

Dieta	Dieta	Regressão	R^2
UR[1]	pH	$Y= 6,7871 - 0,1240*X + 0,006363*X^2 - 0,000053*X^3$	0,34
FPE[2]	pH	$Y= 6,7482 - 0,1013*X + 0,008647*X^2 - 0,000179*X^3$	0,36
FGM[3]	pH	$Y= 6,6096 - 0,1598*X + 0,010889*X^2 - 0,000177*X^3$	0,38
UR	NH_3 ruminal	$Y= 15,1783 + 0,9096*X - 0,15446*X^2 + 0,004119*X^3$	0,22
FPE	NH_3 ruminal	$Y= 3,05223 - 0,1184*X + 0,00172*X^2 + 0,000055*X^3$	0,42
FGM	NH_3 ruminal	$Y= 8,63902 - 0,5784*X + 0,00269*X^2 + 0,000667*X^3$	0,20

[1] Uréia, [2] Farinha de penas, [3] Farelo de glúten de milho

Avaliando o comportamento das três dietas, em um período de 24 horas (Figura 1), observa-se que a variação de pH esteve na faixa de 6,93 a 5,72 e que a dieta UR apresentou comportamento intermediário com relação às dietas FPE e FGM. Os maiores e menores valores de pH obtidos foram 6,87 e 5,98; 6,93 e 6,30; 6,78 e 5,72 para as dietas UR, FPE e FGM, respectivamente. Este comportamento explica os baixos valores de N total (Tabela 3) na composição química dos microorganismos ruminais, pois, segundo Hoover e Stokes (1991), a redução do

pH reduz a digestão de proteína, que é a principal fonte de N para os mesmos.

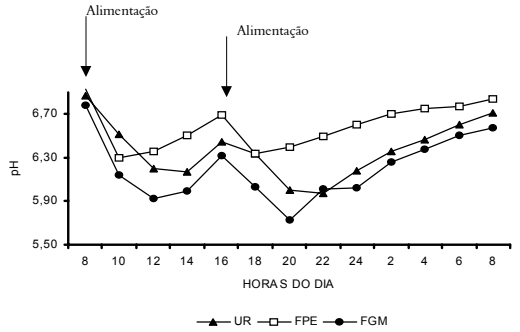

Figura 1. pH do líquido ruminal, em função do tempo após a alimentação, para as rações com uréia (UR), farinha de penas (FPE) e farelo de glúten de milho (FGM)

A média de produção de amônia ruminal (mg/100 mL) nos diferentes tratamentos (Tabela 2) apresentou efeito ($P<0,05$) da fonte protéica utilizada, onde o maior valor foi encontrado para a dieta UR e o menor valor para a dieta FPE, enquanto que a dieta FGM mostrou valores intermediários.

A equação de regressão obtida em função do tempo e o comportamento da produção de amônia das diferentes dietas em um período de 24 h são mostrados, respectivamente, na Tabela 5 e Figura 2.

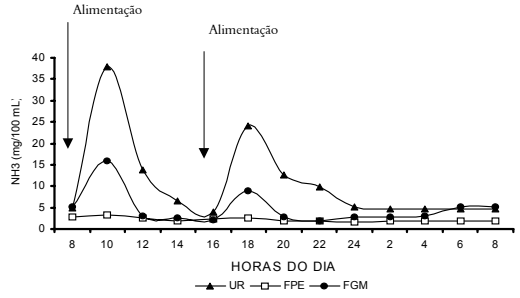

Figura 2. Produção de amônia ruminal, em função do tempo após a alimentação, para as rações com uréia (UR), farinha de penas (FPE) e farelo de glúten de milho (FGM)

Os maiores e os menores valores de produção de amônia (mg/100mL) foram 38,00 e 3,98; 3,23 e 1,33; 16,00 e 1,96 para as dietas UR, FPE e FGM, respectivamente. Os picos de produção de amônia para as dietas avaliadas foram observados cerca de duas horas após cada refeição (2 e 10 h).

Apesar da variação na produção de amônia ruminal (Figura 2), a dieta FGM mostrou comportamento intermediário em relação às dietas UR e FPE, o que resultou em maior eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira (Tabela 4). As dietas UR e FPE que apresentaram, respectivamente, maior e menor produção de amônia ruminal (Figura 2) tiveram eficiência microbiana semelhante (Tabela 4), sugerindo imbalanço entre N e energia disponível para fermentação ruminal.

Cecava *et al*. (1991) observaram que o fornecimento de soja, em substituição a farelo de glúten de milho e farinha de sangue, aumentou a concentração de N amoniacal (g/dia), indicando um aumento da conversão de N dietético a N amoniacal ruminal quando os animais são alimentados com dietas contendo mais proteína bruta degradada ruminalmente. O mesmo foi observado por Stokes *et al*. (1991), que verificaram redução na concentração de N amoniacal com o aumento da inclusão de fontes protéicas mais resistentes à degradação ruminal.

Não houve efeito das fontes protéicas sobre a digestibilidade intestinal do amido.

Referências

ALCALDE, C.R. *Avaliação da granulometria ou hidratação do milho através da digestibilidade aparente, degradação ruminal e desempenho de bovinos.* 1997. Tese (Doutorado) - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

BOHNERT, D.W. *et al*. Nutritional Evaluation of poultry by-product meal as a protein source for ruminants: Effects on performance and nutrient flow and disappearance in steers. *J. Anim. Sci.,* Savoy, v.76, n.9, p.2474-2484, 1998.

BRANCO, A.F. *Digestão de amido no intestino delgado e grosso em bovinos e os efeitos da disponibilidade abomasal de diferentes carboidratos sobre o fluxo portal-hepático de nutrientes em ovinos.* 1998. Tese (Doutorado) - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

BRANNON, P.M. Adaptation of the exocrine pancreas to diet. *Annu. Rev. Nutr*., Palo Alto, v.10, p.85-105, 1990.

CASTLEBURY, R.E.; PRESTON, R.L. Effect of dietary protein level on nutrient digestion in lambs duodenally infused with corn starch. *J. Anim. Sci.,* Suppl. 1, Savoy, p.264 (Abstract), 1993.

CECAVA, M.J. *et al*. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. *J. Dairy. Sci.,* Savoy, v.73, n.9, p.2480-2488, 1991.

CECAVA, M.J. *et al*. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. *J. Anim. Sci.,* Savoy, v.69, n.3, p.2230-2243, 1991.

CHRISTENSEN, R.A. *et al*. Influence of amount and degradability of dietary protein on nitrogen utilization by dairy cows. *J. Dairy Sci.,* Savoy, v.76, n.11, p.3497-3513, 1993.

FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. *J. Anim. Sci.,* Savoy, v.37, n.4, p.1048-1061, 1973.

GUILBOT, A.; MERCIER, C. Starch, In: ASPINALL, G.D. (Ed.). *The polysaccharides*. New York: Academic Press, 1985. p.229-295.

HERRERA-SALDANHA, R.E. *et al*. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.73, n.9, p.2386-2393, 1990.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.

JOHNSON, A. *et al*. Adaptation of rat pancreatic amylase and chymotrypsinogen to changes in diet. *J. Nutr.*, Bethesda, v.107, p.87, 1997.

KNAUS, W.F. *et al*. Effects of a dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal and fish meal on nitrogen utilization in finishing Holstein steers. *J. Anim. Sci.,* Savoy, v.76, n.5, p.1481-1487, 1998.

MAGEE, D.F. An investigation into the external secretion of the pancreas in sheep. *J. Physiol*., Palo Alto, v.158, p.132, 1961.

MCCARTHY JR., R.D. *et al*. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.72, n.8, p.2002-2016, 1989.

MOULD, F.L. *et al*. Associative effects of mixed feeds: effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol*., Amsterdam, v.10, p.15-30, 1993.

MUÑOZ, L.S. *Estude de digestilité des glucides des concentrés chez les ruminants*. 1995. Thesis (Doctoral) - Institute National Agronomique, Paris, 1995.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.74, p.3598-3629, 1991.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 1995.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factor affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci*., Savoy, v.63, n.5, p.1607-1623, 1986.

RUST, S.R. *et al*. Corn moisture, protein concentration, and Rumensin and digestion by feedlot steers. *Okla. Agric. Exp. Stn.*, Stillwater, v.104, p.55-59, 1979.

STATYSTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. *SAS/STAT User's guide*. Version 6, 4.ed. Cary: SAS Institute Inc., 1989.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos*. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.

SINCLAIR, L.A. *et al*. Effect of syncronizing the rate of diet energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J Agric. Sci.*, New York, v.120, p.251-263, 1993.

STOKES, S.R. *et al*. Ruminal digestion and microbial utilization of diet varying in type of carbohydrates and protein. *J. Dairy Sci*., Savoy, v.74, p.871-881, 1991.

STREETER, M.N.; MATHIS, M.J. Effect of supplemental fish meal protein on site and extent of digestion in beef steers. *J. Anim. Sci*., Savoy, v.73, n.4, p.1196-1201, 1995.

USHIDA, K. *et al*. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dev*., Jovy-em-Josas, v.25, p.1037-1044, 1985.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais*... Viçosa: SBZ, 1985. P.354-388.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. London: Cornell University, 1994.

VEIRA, D.M. *et al*. Nutrition of the weaned Holstein calf. II. Effect of dietary protein level on nitrogen balance, digestibility and feed intake. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.50, n.5, p.945-951, 1980.

VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes*. 1980. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

WIDYOBROTO, B.P. Influence de la proportion et de la nature du concentré sur les sites et la dynamique de la digestion chez la voche harte productric. 1992. Thesis (Doctoral) - L' Universití de Rennes, Rennes, 1992.

WILLIAMS, C.H. *et al*. The determination chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.59, n.1, p.391, 1962.

ZEOULA, L.M. *et al*. Combinações de fontes de nitrogênio e amido de alta e baixa degradabilidade ruminal avaliadas pela técnica in situ., *Acta Scientiarum*, Maringá, v.20, n.3, p.325-332, 1998.

Received on April 05, 2001.
Accepted on May 28, 2001.