

Efeito das Fontes de Amido e Nitrogênio de Diferentes Degradabilidades Ruminais. 2. pH, Concentração de Amônia no Líquido Ruminal e Eficiência de Síntese Microbiana¹

Fábio Luiz Fregadolli², Lúcia Maria Zeoula^{3*}, Antônio Ferriani Branco^{3*}, Ivanor Nunes do Prado³,
Saul Ferreira Caldas Neto⁴, Kátia Cilene Guimarães⁴, Marcos Paulo Kassies⁵,
Augusto Ortega Dalponte⁵

RESUMO - Avaliou-se o efeito de rações contendo 50% de silagem de milho e 50% de concentrado, resultante da combinação de fontes de amido (AM) de alta (casca de mandioca) e baixa (milho) degradabilidade ruminal, com fontes de nitrogênio (N) de alta (levedura) e baixa (farelo de algodão e farinha de carne e ossos) degradabilidade ruminal sobre o pH, amônia e eficiência microbiana. Foram utilizados quatro novilhos da raça Holandesa (334 kg) portadores de cânula no rúmen e duodeno, em delineamento experimental quadrado latino 4x4. A ingestão foi limitada a 2% do peso vivo. As fontes de AM e N não influenciaram o pH e a concentração de N-NH₃/mL do líquido ruminal. O pH variou 6,02 e 6,67 e a concentração média de N-NH₃ foi de 8,46 mg/100 mL. A composição química das bactérias e os fluxos médios de matéria orgânica (MO), MO microbiana, N microbiano não diferiram entre as fontes de AM e N. O fluxo de N não microbiano foi maior para as rações com farelo de algodão + farinha de carne e ossos do que com levedura. Houve interação das fontes de AM e N sobre a MO verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), expressa como porcentagem do ingerido. Os maiores valores para MOVDR foram observados para as rações com casca de mandioca e levedura, intermediários para aquela contendo milho e farelo de algodão + farinha de carne e ossos e menores para as com milho e levedura e casca de mandioca e farelo de farelo de algodão + farinha de carne e ossos. As fontes de AM e N não influenciaram a eficiência de síntese microbiana, que apresentou valor médio de 57,2 g de N microbiano/kg de MO aparentemente degradada no rúmen e 30,9 g de N microbiano/ MOVDR.

Palavras-chave: casca de mandioca, eficiência microbiana, farelo de algodão, levedura, milho, sincronização

Effect of Starch and Nitrogen Sources of Different Ruminal Degradability. 2. pH and Ammonia Concentration in Ruminal Fluid and Microbial Efficiency Synthesis

ABSTRACT - The effect of diets content 50% of corn silage and 50% of concentrate, resultant of combination of starch sources of high degradability (dried cassava hulls) and low degradability (corn), with nitrogen sources of high degradability (yeast) and low degradability (cottonseed meal and meat and bone meal), on pH, ammonia and microbial efficiency, was evaluated. Four Holstein steers (334 kg), fitted with ruminal and duodenal cannulas, in a 4 x 4 Latin Square experimental design were used. Intake was limited to 2% of live weight. The starch and N sources did not affect pH and N-NH₃ concentration of ruminal fluid. The pH ranged from 6.02 to 6.67 and the average concentration of N-NH₃ was 8.46 mg/100ml. Chemical composition of ruminal bacteria, the average flow of organic matter (OM), OM and N microbial did not differ among starch and N sources. The N flow was higher in diets of cottonseed meal, meat and bone meal than diets with yeast. Interactions of starch and N sources on OM truly degraded in the rumen (OMTDR) expressed as percentage of intake, were observed. The highest values of OMTDR were observed in the diet of cassava hulls and yeast, intermediate values in the diets of corn and cottonseed meal + meat and bone meal, and the lowest values of corn and yeast, cassava hulls and cottonseed meal + meat and bone meal. The microbial efficiency synthesis did not differ among starch and N sources evaluated, showing values of 57.2 and 30.9 g of microbial N/ kg of apparent and true ruminal OM degraded in the rumen.

Key Words: cassava hulls, corn, cottonseed meal, microbial efficiency, nitrogen, starch

Introdução

Os requerimentos de proteína metabolizável para ruminantes são supridos pela proteína dietética não-degradada no rúmen mais a proteína microbiana que chegam no duodeno. A proteína microbiana pode contribuir com 50 a 100% da proteína metabolizável

requerida para bovinos de corte, dependendo do conteúdo de proteína não degradável no rúmen (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1996).

O rúmen constitui um ecossistema dependente da ingestão alimentar. Composição química dos ingredientes da ração, nível de ingestão, frequência de alimentação, qualidade da forragem, tamanho de

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Aluno de mestrado PPG/UEM. E-mail: fabiolf@fcav.unesp.br

³ Professor do Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá; Av. Colombo, 5790, CEP 8702-900-Maringá, PR. E-mail: lmzeoula@uem.br

⁴ Aluno de doutorado - PPG/UEM.

⁵ Bolsista de Iniciação Científica - CNPq.

* Bolsista pesquisador do CNPq.

partícula e relação volumoso:concentrado, segundo HOOVER e STOKES (1991), influenciam o pH e a taxa de passagem, principais modificadores químicos e fisiológicos da fermentação ruminal.

Entre os componentes da ração, as fontes de proteína e carboidratos influenciam a magnitude da fermentação do nitrogênio e da energia no rúmen (NOCEK e RUSSEL, 1988; McCARTHY et al., 1989). Segundo NOCEK e RUSSEL (1988) e STERN et al. (1994), a fermentação ruminal é dependente da taxa de hidrólise da proteína, que, por sua vez, determina a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), aminoácidos, peptídeos e ácidos graxos de cadeia ramificada para o crescimento microbiano, da disponibilidade de ATP e da presença de bactéria metanogênicas para diminuir o excesso de equivalentes redutores.

Em rações com alto teor de grãos, a digestibilidade total do nitrogênio, de acordo com SPICER et al. (1986), parece estar relacionada com a digestão ruminal do amido. Quando há disponibilidade de energia, os aminoácidos são incorporados à proteína microbiana, e a deficiência de energia faz com que os aminoácidos sejam fermentados para obtenção de energia, gerando acúmulo de amônia (NOCEK e RUSSEL, 1988). Dessa forma, a energia constitui um dos fatores mais limitante ao crescimento e à síntese de proteína microbiana (CAMERON et al., 1991).

A captura mais eficiente do nitrogênio degradado no rúmen, segundo SINCLAIR et al. (1991), diminuiria os requerimentos de fontes protéicas não-degradáveis no rúmen e também reduziria a excreção de nitrogênio.

A concentração mínima de N-NH₃ para não limitar a síntese microbiana, observada por SATTER e SLYTER (1974), foi de 5 mg/100 mL de líquido ruminal. ERDMAN et al. (1986) sugeriram que a concentração mínima de nitrogênio amoniacal para a digestão e o máximo crescimento microbiano aumentam com a fermentabilidade da ração.

O uso de rações sincronizadas para a liberação de N e energia no rúmen foi avaliado em diversos experimentos e os resultados são controvertidos em relação aos benefícios na produção microbiana, na digestibilidade e na produção animal (MATRAS et al., 1991; SINCLAIR et al., 1993; WITT et al., 1998; ZEOULA et al., 1998). Como observado por HERRERA-SALDANA et al. (1990), a eficiência de síntese microbiana foi aumentada em 22,1% para rações com fontes de amido e nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (cevada e farelo de algodão),

em relação às fontes de menor degradabilidade ruminal (milho e grãos de cervejaria desidratados). A suplementação de uma ração controle, com amido e uréia, também acarretou aumento na síntese microbiana, em vacas Holandesas (CAMERON et al., 1991)

O objetivo deste trabalho foi avaliar o pH e a concentração de amônia do líquido ruminal e a eficiência de síntese microbiana de rações compostas com fontes de nitrogênio e amido com diferentes degradabilidades ruminiais.

Material e Métodos

O local onde foi realizado o experimento, os animais utilizados, a descrição das instalações, os alimentos avaliados e a composição química e percentual das rações experimentais foram descritos por FREGADOLLI et al. (2001).

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 15 dias para adaptação dos animais à ração e seis dias de coleta de fezes, digesta, líquido ruminal e conteúdo ruminal. Nos primeiros quatro dias de coleta, realizaram-se as coletas de fezes e digesta, para determinação do fluxo de MS. As amostragens do líquido de rúmen foram realizadas no quinto dia de coleta, para determinar a concentração de amônia e pH, antes (tempo zero hora) e 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 e 24 horas após a alimentação da manhã. Todavia, como o fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, 8 e 16 h, o tempo de coleta a partir da 10 horas após a alimentação da manhã representa 2 horas após a alimentação da tarde e, assim, sucessivamente para os tempos posteriores. O pH foi medido imediatamente após cada coleta. Aproximadamente 50 mL de líquido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para posterior análise de N-NH₃ e as amostras, armazenadas a -20°C.

No último dia de cada período experimental, foram realizadas duas coletas de conteúdo ruminal, 2 horas antes e 2 horas após a alimentação da manhã, para determinar a produção microbiana. Em cada coleta, uma amostra de 1,5 kg do conteúdo ruminal foi misturada a 500 mL de solução de NaCl, homogeneizada em liquidificador por 1 minuto e coada em tecido de algodão (pano de fralda) dobrado quatro vezes. O filtrado foi armazenado a -20°C para ser processado de acordo com CECAVA et al. (1990).

O fluxo de MS duodenal e fecal foi determinado utilizando óxido de cromo, fornecido em duas doses diárias de 5 g cada, colocadas no rúmen através da fistula, durante todo o período experimental.

Para a determinação de fluxo de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas, quantificadas conforme técnica descrita por USHIDA et al. (1985), com algumas modificações propostas por BOHNERT et al. (1988), que foram: 1) 15 minutos após o início da primeira incubação, os tubos foram retirados do banho-maria e agitados, voltando para o banho-maria para terminar o período de incubação restante; 2) a segunda incubação foi aumentada para 30 minutos; 3) o precipitado foi lavado com 10 mL de solução 0,005N de $H_2SO_4/0,005M AgNO_3$; 4) a incubação final foi aumentada para 45 minutos.

A determinação de amônia no líquido ruminal foi realizada segundo técnica descrita por Ferner (1965), adaptada por VIEIRA (1980).

Os teores de MS, MO e PB das amostras de bactérias isoladas do conteúdo ruminal foram analisados utilizando os métodos citados por SILVA (1990).

O delineamento experimental usado foi o quadrado latino 4x4. Na análise dos dados de pH e $N-NH_3$, foi utilizado um modelo de parcelas subdivididas, em que os efeitos da fonte de amido (AM), da fonte de nitrogênio (N), da interação AM e N do animal e do período foram considerados como parcelas e os tempos de amostragem como subparcelas. Os dados foram submetidos ao procedimento ANOVA do SAS (1989).

Os dados de fluxo de digesta duodenal e fecal e produção microbiana foram submetidos à ANOVA, utilizando o Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997), e a diferença entre as médias dos tratamentos determinada pelo teste Tukey, considerando o nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Não houve efeito de interação das fontes de amido (AM) e nitrogênio (N) sobre o pH do líquido ruminal. Portanto, os resultados estão apresentados em função dos efeitos principais (fontes de AM e de N). Os valores de pH do líquido ruminal, em função do tempo antes e após as alimentações, para as rações com milho, casca de mandioca desidratada, farelo de algodão + farinha de carne e ossos e levedura, estão na Figura 1, e os horários do fornecimento das rações (8 e 16 h), indicados por setas.

Não houve diferença para o pH do líquido ruminal, nos tempos observados, para as fontes de AM e N avaliadas. No entanto, verifica-se queda no pH nos tempos de 2 e 4 horas após a alimentação da manhã (8 h) e da tarde (16 h). Observa-se que, após a

alimentação da tarde, a queda nos valores de pH foi mais acentuada, em relação àqueles observados após a alimentação da manhã. Com relação ao efeito das fontes de AM, CALDAS NETO (1999) também não observou diferença no pH do líquido de rúmen de novilhos holandeses, alimentados por rações com milho, farinha de varredura de mandioca, raspa de mandioca ou casca de mandioca.

O pH médio foi de 6,30, variando de 5,95 no tempo de 12 horas ou 4 horas após a alimentação da tarde, a 6,71 no tempo de 0 horas, antes da alimentação da manhã. Segundo GRANT e MERTENZ (1992), a diminuição na digestão da celulose começa a ser importante com valores de pH abaixo de 6,2. Na Figura 1, observa-se que as rações formuladas para conter as fontes de AM e de N de alta degradabilidade ruminal, casca de mandioca e levedura propiciaram os menores valores de pH no líquido ruminal do que as rações com fontes AM e N de baixa degradabilidade ruminal, milho e farelo de algodão + farinha de carne e ossos. Estes resultados provavelmente influenciaram a menor digestibilidade ruminal da FDN (em relação ao ingerido) para as rações com casca de mandioca, de 26,0% e levedura, de 30,1% do que as rações com milho, de 39,2% e farelo de algodão + farinha de carne e ossos, de 34,5% (FREGADOLLI et al., 2001).

As equações de regressão para os valores de pH, em função do tempo antes e após a alimentação da manhã (0, 2, 4, 6 e 8 horas), e os valores de máximo e de mínimo para as fontes de AM e N estão apresentados na Tabela 1.

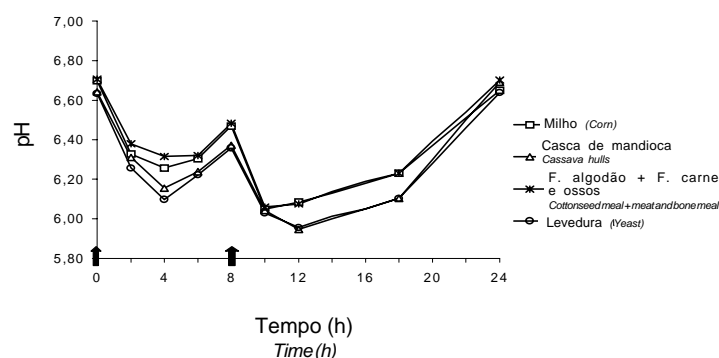


Figura 1 - pH do líquido ruminal em função do tempo após as alimentações (indicado por setas) para rações com milho, casca de mandioca, farelo de algodão + farinha de carne e ossos e levedura.

Figure 1 - pH of ruminal fluid in relation to time after feeding (indicated by arrows) for corn diet, cassava hulls diet, cottonseed meal+meat and bone meal diet and yeast diet.

Tabela 1 - Equações de regressão obtidas para os valores de pH em função do tempo após a alimentação e seus valores máximos (Max) e mínimos (Min) e respectivos coeficientes de determinação (R²)Table 1 - Regression equations for the values of pH in function of time after alimentention and maximum (Max) e minimum (Min) values and the respective coefficients of determination (R²)

Fontes ¹ Sources ¹	Equações Equations	Max	T>	Min	T<	R ²
Milho Corn	pH=6,6778-0,1940T+0,021223T ²	6,68	0,0	6,23	4,6	0,40
C. de mandioca Cassava hulls	pH=6,6321-0,1972T+0,02082T ²	6,63	0,0	6,16	4,7	0,35
F. algodão + F. carne e ossos Cottonseed meal and meat and bone meal	pH=6,6919-0,1750T+0,01870T ²	6,69	0,0	6,28	4,7	0,46
Levedura Yeast	pH=6,6180-0,2161T+0,023348T ²	6,62	0,0	6,12	4,6	0,34

T>: tempo, em horas, correspondendo ao maior valor de pH estimado; T<: tempo, em horas, correspondendo ao menor valor de pH estimado.
T>: time, in hours, refers to the higher estimated pH; T<: time, in hours, refers to the lower estimated pH.

As concentrações de pH do líquido ruminal apresentaram comportamento quadrático em função do tempo, para rações com as diferentes fontes de AM e N.

A média dos valores estimados pelas equações foi de 6,65 para o pH máximo, no tempo de 0 horas (antes da alimentação), e de 6,20 para o pH mínimo, 4,6 horas após a alimentação.

Os valores observados para as concentrações de N-NH₃ no líquido de rúmen, em função do tempo antes e após a alimentação, estão demonstrados na Figura 2, cujos horários do fornecimento das rações (8 e 16 h) estão indicados por setas.

Não houve interação das fontes de AM e N e dos efeitos principais sobre a concentração de N-NH₃ no líquido ruminal. O valor médio observado foi de 8,5 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal e variou de 3,1 a 14,5 mg de N-NH₃/100 mL. Estes valores foram inferiores aos observados por MERCHEN et al. (1986) de 25,0 e 21,7 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal de ovinos alimentados com rações com 25 e 75% de concentrado, respectivamente.

Além da taxa de degradação do N, a reciclagem de N e a taxa de fermentação dos carboidratos afetam a concentração de N-NH₃ no rúmen (RUSSEL et al., 1983). Os valores de digestibilidade ruminal negativos para PB, para as rações experimentais (FREGADOLLI et al., 2001), indicam que a quantidade de proteína presente no duodeno foi maior que a ingerida, provavelmente devido a reciclagem de N endógeno para as rações experimentais. Segundo McCARTHY et al. (1989), CASPER e SCHINGOETHE (1989) e CAMERON et al. (1991), o aumento no conteúdo de amido degradável no rúmen

e a adição de amido na ração diminuem a concentração de N-NH₃ no líquido ruminal. Estas observações podem explicar, em parte, os baixos valores de N-NH₃ encontrados. Os picos de concentração de N-NH₃ observados ocorreram nos tempos de 2 horas após as alimentações, em que se observou valor médio de 14,3 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal.

Na Tabela 2 encontram-se as equações de regressão para os valores de N-NH₃, em função do tempo antes e após a alimentação da manhã (0, 2, 4, 6 e 8 horas), e os valores máximos e mínimos estimados em seus respectivos tempos para as fontes de AM e N. As equações para concentração de amônia, em função do tempo, apresentadas por LONDOÑO et al. (1997), LADEIRA et al. (1999) e CALDAS NETO (1999) apresentaram comportamento quadrático, estimando os valores máximos entre 2 e 4 horas após a alimentação. No entanto, neste experimento, as equações polinomiais de terceiro grau apresentaram maior coeficiente de determinação (r²=0,62) do que equações quadráticas (r²=0,32) e os valores estimados pela equação cubica foram mais condizentes com os valores observados.

McCARTHY et al. (1989), HERRERA-SALDANA et al. (1990) e ZEOULA et al. (1999) observaram maior concentração ruminal de N-NH₃ para rações com fontes de N de rápida degradação ruminal. A ausência do efeito da fonte de N sobre a concentração de N-NH₃ no líquido de rúmen pode ser atribuída ao menor consumo de PB para as rações com levedura do que para as rações com farelo de algodão + farinha de carne e ossos, consequência de menor teor protéico dessas rações (11,8 e 12,9% de PB, respectivamente). A suplementação de novilhos

Tabela 2 - Equações de regressão obtidas para os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), em função do tempo após a alimentação, e seus valores máximos (Max) e mínimos (Min) no líquido ruminal e respectivos coeficientes de determinação (R²)

Table 2 - Regression equations for the ammonia values in function of time after alimentention and maximum (Max) e minimum (Min) values in ruminal fluid and the respective coefficients of determination (R²)

Fontes ¹ Sources ¹	Equações Equations N-NH ₃ (mg/100 mL)	Max	T>	Min	T<	R ²
Milho Corn	$N=8,8755+6,4494T-2,4235T^2+0,1968T^3$	13,8	1,7	2,4	6,5	0,57
C. de mandioca Cassava hulls	$N=8,4803+5,7398T-2,0736T^2+0,1618T^3$	13,0	1,7	2,5	6,8	0,68
F.algodão + F.carne e ossos Cottonseed meal and meat and bone meal	$N=8,7423+6,3287T-2,3088T^2+0,1831T^3$	13,7	1,7	2,6	6,7	0,68
Levedura Yeast	$N=8,6134+5,8604T-2,1883T^2+0,1754T^3$	13,1	1,7	2,4	6,6	0,56

T>: tempo, em horas, correspondendo ao maior valor de pH estimado; T<: tempo, em horas, correspondendo ao menor valor de pH estimado.
T>: time, in hours, refers to the higher estimated pH; T<: time, in hours, refers to the lower estimated pH.

com farinha de peixe apresentou aumento de 3,2 para 11,7 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal, refletindo o aumento nos teores de proteína de 11,5 para 16,4 % de proteína na ração (STREETTER et al., 1995).

Foi estimado, por intermédio das equações, pico de 13,4 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal, 1,7 horas após a alimentação, enquanto o observado foi 14,3 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal 2 horas após alimentação. O valor mínimo estimado pelas equações foi de 2,5 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal no tempo de 6,6 horas após a alimentação e os menores valores observados ocorreram 6 horas após a alimentação, apresentando valor médio de 4,0 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal.

Verifica-se que 6 horas após a alimentação ocorreu aumento na concentração de amônia, caracterizando o comportamento cúbico em função do tempo, como pode também ser observado na Figura 2. O aumento na concentração de amônia no líquido ruminal, no tempo de amostragem que antecede a alimentação, também pode ser observado nos dados apresentados por CAMERON et al. (1991). Uma das funções da saliva é a reciclagem de nitrogênio e a secreção da saliva é estimulada antes mesmo da ingestão do alimento por estímulos sensoriais como visualização do alimento e olfato. É possível que o manejo e a movimentação para pesagem da silagem e do concentrado, que antecederam o fornecimento das rações, tenham condicionado os animais, gerando ansiedade pela refeição e estímulo para a salivação, provocando aumento na concentração de N-NH₃ momentos antes da alimentação.

A composição química das bactérias isoladas no rúmen encontra-se na Tabela 3. Não houve interação das fontes de AM e N sobre a composição química das bactérias ruminais isoladas, bem como para os efeitos principais. O teor de 95,0 % de MS observado para as bactéria ruminais isoladas está próximo ao valor máximo da variação apresentada por VALADARES FILHO (1995), de 81,1 a 95,7% de MS. O teor de MO na MS das bactérias de 85,4%, está dentro da variação relatada por CLARK et al.

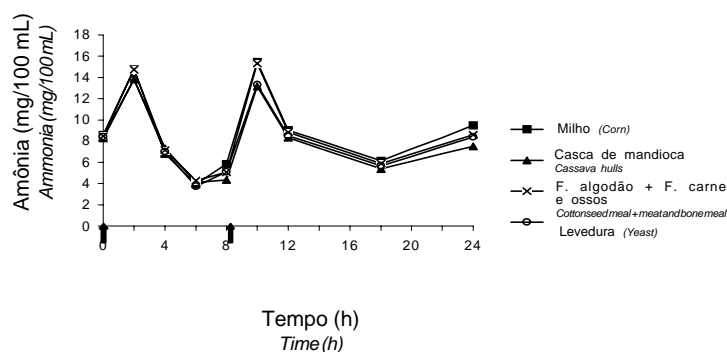


Figura 2 - Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação (indicado por setas) para as rações com milho, casca de mandioca, farelo de algodão + farinha de carne e ossos e levedura.

Figure 2 - Concentration of N-NH₃ in the ruminal fluid in relation to time after feeding (indicated by arrows) for corn diet, cassava hulls diet, cottonseed meal+meat and bone meal diet and yeast diet.

Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), nitrogênio total (NT) e RNA das bactérias ruminais

Table 3 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), ash, nitrogen (N) and RNA of the ruminal bacteria

Variáveis Variables	Fonte de amido Starch source		Fonte de proteína Protein source		CV*	Efeito de Effect of	
	Milho Corn	C. de mandioca Cassava hull	F. algodão e F. carne e ossos Cottonseed meal and meat and bone meal [#]	Levedura Yeast		Amido Starch	Proteína Protein
MS DM	92,75	92,73	92,88	92,63	3,76	***	***
MO OM	85,25	85,08	85,80	84,53	3,23	***	***
MM Ash	14,75	14,92	14,2	15,47	3,23	***	***
NT (%MS) N	5,84	5,92	5,92	5,84	6,26	***	***
NT (% MO) N	6,85	6,96	6,90	6,91	6,05	***	***
RNA (mg/g)	0,30	0,28	0,28	0,28	7,52	0,303	0,106

* Coeficiente de variação (coefficient of variation).

*** P>0,999.

(1992), sendo semelhante à média observada por VALADARES FILHO (1995), de 84,6%. Segundo este mesmo autor, a solução salina utilizada no processo de isolamento das bactérias pode contribuir para o teor de matéria mineral (MM) e, conseqüentemente, diminuir o teor de MO, o que se constitui em possível causa da ampla variação no teor de MO.

Os teores de nitrogênio total (NT) em relação à MS, de 5,9%, ou MO, de 6,9%, estão entre os valores mínimos das variações relatadas por VALADARES FILHO (1995) de 5,2% da MS e 6,8% da MO.

A ingestão de MO e N, as digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, os fluxos de MO e N microbiano e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira estão demonstrados na Tabela 4. Não houve interação das fontes de AM e N sobre a ingestão de MO, que também não foi afetada pelos efeitos principais, apresentando valor médio de 6580 g/dia.

Houve interação (P<0,05) das fontes de AM e N sobre a ingestão de N. Devido ao menor teor protéico, a ração com casca de mandioca desidratada e levedura propiciou menor (P<0,05) consumo de nitrogênio, de 122,4 g/dia, do que rações com casca de mandioca desidratada e farelo de algodão + farinha de carne e ossos de 148,4 g/dia, com milho e farelo de algodão + farinha de carne e ossos, de 139,7 g/dia e com milho e levedura, de 142,1 g/dia. A interação das fontes de AM e N sobre consumo de proteína também foi observada por FREGADOLLI et al. (2000),

confirmando menor consumo de proteína para a ração com casca de mandioca desidratada e levedura do que para as demais rações, expresso como porcentagem do PV ou por kg^{0,75}.

Houve interação (P<0,05) das fontes de AM e N sobre o fluxo de MO para o duodeno (g/dia). A ração com casca de mandioca desidratada e farelo de algodão + farinha de carne ossos apresentou maior fluxo de MO para o duodeno, de 4348 g/dia, do que a ração com casca de mandioca desidratada e levedura, de 3596 g/dia, contudo ambas não diferiram das rações com milho e farelo de algodão + farinha de carne ossos, de 3802 g/dia e com milho e levedura, de 3998 g/dia. Estas diferenças no fluxo de MO para o duodeno refletem a variação na digestão ruminal para estas rações, no entanto não observadas por FREGADOLLI et al. (2001). Também concordam com os valores de degradabilidade efetiva da MS das rações experimentais, apresentadas pelos mesmos autores, considerando que, quanto maior o fluxo para o duodeno, menor a degradabilidade no rúmen.

Não houve interação das fontes de AM e N para o fluxo de MO microbiana no duodeno, observando-se fluxo médio de 2148 g de MO microbiana/dia. As rações com casca de mandioca apresentaram fluxo de MO microbiana para o duodeno 10% maior do que as rações com milho, 2262 e 2034 g/dia, respectivamente. Não houve interação das fontes de AM e N sobre o fluxo de N para o duodeno. As fontes de AM

Tabela 4 - Ingestões de matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N), digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, fluxos de MO, MO microbiana, N total e N microbiano, N não-microbiano (NNM) e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira
 Table 4 - Organic matter (OM) and nitrogen (N) intakes, OM apparent and truly ruminally digestions, OM flows, microbial OM, nitrogenous compounds (N total, N microbial and N non microbial) and apparent and truly microbial synthesis

Fonte de amido Starch source	Milho Corn			C. de mandioca Cassava hull			Efeito de Effect of		
	F. algodão e F. carne e ossos Cottonseed meal and meat and bone meal	Levedura Yeast	F. algodão e F. carne e ossos Cottonseed meal and meat and bone meal	Levedura Yeast	CV*	Amido Starch	Proteína Protein	Interação Interaction	
Parâmetros Parameters									
MO ingerida (g/dia) OM intake (g/day)	6476	6627	6896	6320	6,44	***	***	***	
N ingerido (g/dia) N intake (g/day)	139,7	141,1	148,4	122,4	5,25	***	0,032	0,044	
Fluxo para o duodeno Flow to the duodenum									
MO (g/dia) OM (g/day)	3802	3998	4348	3596	10,36	***	***	0,05	
MO microbiana (g/dia) Microbial OM (g/day)	2021	2047	2316	2.208	12,35	0,136	***	***	
NT (g/dia) TN (g/day)	169,5	159,2	179,3	149,1	12,23	***	0,143	***	
N microbiano (g/dia) Microbial N (g/day)	140,2	139,9	159,8	155,5	17,90	***	***	***	
NNM (g/dia)	29,2	19,3	12,5	-6,4	126,18	***	0,048	***	
MOADR ¹ (g/dia) OMRD (g/day)	2673	2628	2548	2724	17,15	0,317	0,120	***	
MOADR (% do ingerido) AOMRD (% of intake)	41,4	39,6	36,8	43,4	15,02	***	***	***	
MOVDR ² (g/dia) TOMRD (g/day)	4695	4676	4864	4933	8,51	***	***	***	
MOVDR (% do ingerido) TOMRD (% of intake)	72,7	70,4	70,2	78,5	7,06	***	***	0,080	
Síntese microbiana Microbial synthesis									
g N-Mic/kg MOADR	53,3	53,3	63,6	58,7	28,85	0,221	0,352	***	
g N-Mic/kg MOVDR	29,5	29,7	33,1	31,4	18,23	0,216	***	***	

¹ MOADR - matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen (organic matter apparently degraded in the rumen).

² MOVDR - matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (organic matter truly degraded in the rumen).

não influenciaram no fluxo médio de N para o duodeno, apresentando fluxo de 162,5 g de N/dia. No entanto, para fonte de N, as rações com farelo de algodão + farinha de carne e ossos promoveram fluxo de N para o duodeno 10,9% maior do que as rações com levedura, de 170,9 e 154,1 g/dia, respectivamente, provavelmente devido à menor degradabilidade ruminal do farelo de algodão e farinha de carne e ossos, quando comparada à da levedura. CECAVA et al. (1991) observaram maior fluxo de N, quando novilhos foram alimentados com ração composta de glúten de milho e farinha de sangue do que ração com farelo de soja, como consequência da menor degradabilidade ruminal do N para a ração com glúten de milho e farinha de sangue, que apresentou fluxo de N não microbiano 58% maior do que a ração com farelo de soja.

O fluxo médio de nitrogênio microbiano (N-Mic) para o duodeno foi de 148,9 g/dia, não havendo efeito da interação e efeito das fontes de AM e N. Observa-se, na literatura, aumento no fluxo de N-Mic quando o milho é substituído por uma fonte de amido mais degradável no rúmen. SPICER et al. (1986) observaram, em novilhos, aumento de 38% no fluxo de N-Mic para o duodeno para rações com cevada comparada a rações com milho. O efeito da fonte de AM também foi constatado por HERRERA-SALDANA et al. (1990) com vacas da raça Holandesa, para rações com milho ou cevada. No presente trabalho, observou-se, embora sem significância, fluxo 12% maior de N-Mic para as rações com casca de mandioca, de 157 g/dia, do que para as rações com milho, de 140 g/dia.

Não houve efeito das fontes de N de alta ou baixa degradabilidade ruminal sobre o fluxo de N-Mic para o duodeno. Estes resultados estão de acordo com CECAVA e PARKER (1993), que também não observaram diferença no fluxo de N-Mic para o duodeno, em rações nas quais a fonte de N foi uréia ou farelo de soja, de 82 g/dia, no entanto, houve diminuição linear no fluxo, quando o farelo de soja foi substituído parcialmente, de 77,7 g/dia e totalmente, de 73 g/dia pela mistura de glúten de milho com farinha de sangue.

Não houve interação das fontes de AM e N sobre a MO aparentemente degradada no rúmen (MOADR) expressa em g/dia ou % do ingerido. Também não houve influência dos efeitos principais. Os valores observados para MOADR foram 2643 g/dia e 40,3% do ingerido.

A interação ou mesmo o efeito das fontes de AM e N não influenciaram na MO verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR), e o valor médio obser-

vado foi de 4792 g/dia. Também não houve interação das fontes de AM e N sobre a MOVDR, quando expressa como % do ingerido. No entanto, o valor da MOVDR para a ração com casca de mandioca desidratada e levedura, de 78,5%, foi 10% maior do que para as rações com casca de mandioca desidratada e farelo de algodão + farinha de carne ossos, milho e farelo de algodão + farinha de carne ossos e milho e levedura, valor médio de 71,1%, com relação ao ingerido.

Considerando que a MOVDR é calculada, de forma deduzida, somando a MOADR com o fluxo de MO microbiana, a interação das fontes de AM e N sobre a MOVDR, neste experimento, pode ser consequência do fluxo microbiano estar superestimado, como é detectado pelo fluxo de N-Mic maior do que o fluxo de NT ao duodeno, para as rações com casca de mandioca desidratada e levedura.

Não se constatou interação das fontes de AM e N para eficiência de síntese de N-Mic por kg de MOADR e MOVDR, apresentando valores médios de 57,2 e 30,9 g, respectivamente. Contudo, observam-se valores 14 e 9% maiores para as rações com casca de mandioca desidratada, de 61,1 e 32,2 g N-Mic/kg de MOADR e MOVDR, respectivamente, em relação às rações com milho, de 53,3 e 29,6 g N-Mic/kg de MOADR e MOVDR, respectivamente. Esses valores são superiores ao adotado pelo AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC (1984) de 32 g N-mic/kg MODR. Provavelmente, o maior valor de eficiência microbiana observado é resultado da maior reciclagem de N, como verificado pela baixa concentração de amônia ruminal e digestibilidade negativa da proteína, para rações experimentais, quando se avaliou a digestibilidade ruminal (FREGADOLLI et al., 2001).

Rações com diferentes fontes de AM (cevada e milho) e N (farelo de soja e farinha de peixe) fornecidas *ad libitum* a vacas Holandesas não apresentaram interação ou efeito das fontes para síntese microbiana, como observado por McCARTHY et al. (1990), que obtiveram valores de síntese de 53,8 e 32,1 g N-Mic/kg de MOADR e MOVDR. Os resultados do presente trabalho concordam com os observados pelos referidos autores.

Todavia, na literatura, verificam-se aumentos na eficiência de síntese microbiana, quando fontes de AM e N de alta degradabilidade no rúmen são fornecidas, em comparação a fontes de AM e N de baixa degradabilidade ruminal (HERRERA-SALDANA et al., 1990; CAMERON et al., 1991).

A interpretação dos resultados de experimentos de sincronização de fontes de AM e N é complexa. Nesses experimentos, vários graus de sincronização são atingidos, utilizando diferentes alimentos. Ainda, pode ocorrer confundimento do efeito dos tratamentos com o efeito dos ingredientes, o conteúdo total dos ingredientes e a taxa de degradação dos ingredientes, conduzindo a interpretações equivocadas (HENNING et al., 1993).

Conclusões

As rações compostas por fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais não influenciaram o pH e a concentração de amônia no líquido ruminal. A composição química das bactérias ruminais isoladas não foi influenciada pelas fontes de amido e nitrogênio. A eficiência de síntese microbiana não diferiu entre as fontes de amido e nitrogênio avaliadas.

Houve interação das fontes de amido e nitrogênio sobre a ingestão de nitrogênio (g/dia) e o fluxo de matéria orgânica para o duodeno (g/dia). As rações com farelo de algodão + farinha de carne e ossos propiciaram maior fluxo de nitrogênio não microbiano do que as rações com levedura.

Houve interação das fontes de amido e nitrogênio sobre a matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen, expressa como porcentagem do ingerido. Os maiores valores para matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen foram observados para a ração com casca de mandioca e levedura, intermediários para a ração com milho e farelo de algodão + farinha de carne e ossos e menores para as rações com milho e levedura e casca de mandioca e farelo de algodão + farinha de carne e osso.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. *Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 45p.
- BOHNERT, D.W., LARSON, B.I., BAUER, M.L. et al. 1998. 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.*, 76(9):2474-2484.
- CALDAS NETO, S.F. *Digestibilidade parcial e total, parâmetros ruminais e degradabilidade de rações com mandioca e resíduos das farinhas*. - Maringá, PR: UEM, 1999. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1999.
- CAMERON, M.R., KLUSMEYER, T.H., LYNCH, et al. 1991. Effects of urea and starch on rumen fermentation nutriente passage to the duodenum and performance of cows. *J. Dairy Sci.*, 74(4):1321-1336.
- CASPER, D.P., SCHINGOETHE, D.J. 1989. Lactation response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.*, 72(4):928-941.
- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., BERGER, L.L., et al. 1991. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. *J. Anim. Sci.*, 69(5):2230-2243.
- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., GAY, L.C. et al. 1990. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. *J. Dairy Sci.*, 73(9):2480-2488.
- CECAVA, M.J., PARKER, J.E. 1993. Intestinal supply of amino acid in steers fed ruminally degradable and undegradable crude protein sources alone and in combination. *J. Anim. Sci.*, 71(6):1596-1605.
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75(8):2304-2323.
- ERDMAN, R.A., PROCTOR, G.H., VANDERSALL, J.H. 1986. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. *J. Dairy Sci.*, 69(9):2313-2320.
- FIRKINS, J.L., BERGER, L.L., MERCHEN, N.R. et al. 1986. Effects of forage particle size, level of feed intake and supplemental protein degradability on microbial protein synthesis and site of nutrient digestion steers. *J. Anim. Sci.*, 62(4):1081-1094.
- FREGADOLLI, F.L., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N. et al. 2001. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 1. Digestibilidades parcial e total. *Rev. bras. zootec.*, 30(3):858-869.
- GRANT, R.J., MERTENS, D.R. 1992. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. *J. Dairy Sci.*, 75(10):2762-2768.
- HENNING, P.H., STEYN, D.G., MEISSNER, H.H. 1993. Effect of synchronisation of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J. Anim. Sci.*, 71:2516-2528.
- HERRERA-SALDANA, R.E., GOMEZ-ALARCON, R., TORABI, M. et al. 1990. Influence of synchronising protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilisation and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.*, 73(1):142-148.
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, 74(10):3360-44.
- LADEIRA, M.M., VALADARES FILHO, S.C., LEÃO, M.I. 1999. Eficiência microbiana, concentração de amônia, pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas, em novilhos nelore. *Rev. bras. zootec.*, 28(2): 404-411.
- LONDOÑO, A.A.S., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C. et al. 1997. Somatotropina bovina para vacas em lactação. 2. Consumo, digestibilidade aparente e concentrações ruminais de amônia, pH e taxa de passagem. *Rev. bras. zootec.*, 26(6):1234-1242.
- MATRAS, J., BARTLE, S.J., PRESTON R.L. 1991. Nitrogen utilisation in growing lambs: effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. *J. Anim. Sci.*, 69(1):339-347.
- MCCARTHY, R.D., KLUSMEYER, JR., CLARK T.H. et al. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on rumen fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72(8):2002-2016.

- MERCHEN, N.R., FIRKINS, J.L., BERGER, L.L. 1986. Effect of intake and forage level on ruminal turnover rates, bacterial protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. *J. Anim. Sci.*, 62(1):216-225.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrient requirement of beef cattle*. 7.ed. Washington D.C. National Academic Press. 242p.
- NOCEK, J.E., RUSSELL, J.B. 1988. Proteins and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, 71(8):2070-2107.
- RUSSELL, J.B., SNIFFEN, C.J., VAN SOEST, P.J. 1983. Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilisation of casein by mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 66(4):763-775.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.*, 32: 199-208.
- SAS Institute Inc., SAS/STAT. User's guide, Version 6, 4.ed., Cary, NC: SAS institute Inc., 1989. 943p.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos*. 2.ed. Viçosa: UFV. 166p.
- SPICER, L.A., THEURER, C.B., SOWE, J. et al. 1986. Ruminal and post-ruminal utilisation of nitrogen and starch from sorghum grain, corn and barley-based diets by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 62(2): 521-530.
- STERN, M.D., VARGA, G.A., CLARK, J.H., et al. 1994. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 77(12):2762-2786.
- STREETER, M.N., MATHIS, M.J. 1995. Effect of supplemental meal fish protein on site and extent of digestion in beef steers. *J. Anim. Sci.*, 73(12):1196-1201.
- USHIDA, K., LASSALAS, B., JOUANY, J.P. 1985. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dev.* 25:1037.
- 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, 1995. p.355-388.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. London: Cornell University. 476p.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes*. Viçosa, MG, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ZEOULA, L.M., MARTINS, A.S., ALCALDE, C.R. et al. 1999. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. *Rev. bras. zootec.*, 28(5):905-912.

Recebido em: 27/06/00

Aceito em: 02/01/01