

Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de N-NH₃ e Eficiência Microbiana¹

Lúcia Maria Zeoula¹, Saul Ferreira Caldas Neto², Antonio Ferriani Branco¹, Ivanor Nunes do Prado¹, Augusto Ortega Dalponte³, Marcos Kassies³, Fábio Luiz Fregadoli⁴

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi avaliar a concentração de N-NH₃, o pH do líquido ruminal e a eficiência de síntese microbiana de rações que continham diferentes fontes energéticas: milho (MI), milho + casca de mandioca desidratada (MC), raspa de mandioca (RM) e farinha de varredura de mandioca (FV). Foram utilizados quatro novilhos da raça Holandesa (270 kg), portadores de cânulas ruminal e duodenal, distribuídos em um delineamento Quadrado Latino 4x4. A cinza insolúvel em ácido foi utilizada como indicador do fluxo duodenal e fecal. Não houve efeito das rações experimentais no pH ruminal. No entanto, menor concentração de N-NH₃ foi observada para a ração com FV. O fluxo duodenal de matéria orgânica e nitrogênio e a composição química das bactérias ruminais não foram influenciados pelas rações experimentais. A maior eficiência microbiana aparente foi obtida para a ração com FV. Nas condições do presente experimento a FV, possivelmente apresentou uma melhor sincronização com a fonte protéica (farelo de soja), diminuindo a perda de nitrogênio na forma de N-NH₃ e aumentando a eficiência microbiana.

Palavras-chave: casca de mandioca desidratada, farinha de varredura de mandioca, novilhos, milho, raspa de mandioca

Cassava and Cassava By-products on Ruminants Feeding: pH, Ammonia Concentration and Microbial Efficiency

ABSTRACT - The objective of this paper was evaluate ammonia concentration, pH of ruminal liquid and microbial synthesis efficiency in diets with different energetic sources: corn (CO), corn/cassava hulls (CC), cassava root (CR) and cassava by-product flour (CB). Four Holstein steers (270 kg) were used, in a 4 X 4 Latin Square design. The marker utilized for determination of duodenal and fecal flow was the acid insoluble ash. There was not effect in the ruminal pH of the experimental diets, however smaller ammonia concentration was observed to the diet with CB. The organic matter and nitrogen flow to duodenum and chemical composition of ruminal bacteria were not influenced by experimental diets. The higher apparent microbial efficiency was obtained to CB diet. In the conditions of the present experiment the CB possibly presented better synchronization with the protein source (soybean meal), decreasing the loss of nitrogen under N-NH₃ form and increasing the microbial efficiency.

Key Words: cassava by-product flour, cassava hulls, corn, steers, cassava root

Introdução

A atividade dos microrganismos ruminais permite que os ruminantes utilizem carboidratos estruturais como fonte energética e nitrogênio não-protéico como fonte protéica. De acordo com Sniffen & Robinson (1987), a proteína microbiana pode fornecer de 40 a 80% dos requerimentos de aminoácidos dos ruminantes. Também, segundo o NRC (1996), a proteína sintetizada pelos microrganismos microbianos pode atender até 100% das exigências de bovinos de corte.

Dessa forma, para se obter maior produção em ruminantes, é necessária a maximização da eficiên-

cia microbiana e para se obter este resultado é de grande importância o conhecimento das características ruminais que influenciam a atividade microbiana. O crescimento microbiano pode ser influenciado pela disponibilidade dos nutrientes que compõem as exigências nutricionais dos microrganismos do rúmen como carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre e ácidos graxos de cadeia ramificada (Sniffen et al., 1993).

A proteína dietética que é hidrolisada no rúmen gera peptídeos e aminoácidos, que por sua vez podem sofrer desaminação liberando N-NH₃ no rúmen, assim como ocorre com a uréia endógena e dietética

¹Professor do Departamento de Zootecnia – PPZ/UEM. Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá/PR. E-mail: lmzeoula@uem.br; afbranco@uem.br; inprado@uem.br

²Aluno de Doutorado – PPZ/UEM – Professor Cesumar/PR. E-mail: caldas@wnet.com.br

³Zootecnista – UEM.

⁴Aluno de Doutorado – UNESP/Jaboticabal.

(Van Soest, 1994). Estes aminoácidos podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana, contudo grande parte dos microrganismos utiliza a amônia ruminal para a síntese de seus aminoácidos. Desta forma a concentração de amônia ruminal (N-NH₃) tem um papel fundamental na maximização da eficiência microbiana.

Embora a concentração de N-NH₃ requerida para máxima eficiência microbiana ainda não seja bem conhecida, Roffer & Satter (1975) observaram que a concentração de 5 mg N-NH₃/100 mL de líquido ruminal, foi suficiente para se obter um máximo crescimento microbiano *in vitro*. De acordo com o NRC (1985), as exigências de N-NH₃ estariam relacionadas à disponibilidade de substratos, à taxa de fermentação e à produção microbiana. Também Erdman et al. (1986) sugeriram que a concentração mínima de N-NH₃ para o máximo crescimento microbiano aumentaria com a fermentabilidade da ração. De acordo com Russell et al. (1991), quanto maior for a degradabilidade da proteína da dieta, maior será a produção de N-NH₃ ruminal e provavelmente maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia.

A sincronização entre as fontes de carboidratos (que fornecem energia e esqueletos carbônicos para os microrganismos) e de nitrogênio, pode acarretar uma maximização da eficiência microbiana e uma diminuição da perda de nitrogênio na forma de N-NH₃. O aumento na eficiência microbiana permitiria um aumento na disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino e utilizada pelos animais.

Nocek & Russel (1988) observaram que o aumento na taxa de degradação das fontes de carboidratos de 0,04 para 0,25/h aumentou a produção de biomassa microbiana de 0,26 para 0,37 g bactéria/g de carboidratos. Contudo, para a dieta com menor disponibilidade de nitrogênio no rúmen, a quantidade de nitrogênio foi insuficiente para suportar a máxima eficiência microbiana.

Stokes et al. (1991), em ensaio *in vitro*, observaram aumento linear na produção de proteína microbiana na medida que a quantidade de carboidratos não estruturais na dieta aumentou de 25 para 54%.

Aldrich et al. (1993) obtiveram aumento no fluxo de proteína microbiana para o duodeno em vacas alimentadas com uma fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (milho reconstituído) combinada com uma fonte de nitrogênio de alta degradabilidade (farelo de soja e canola) em compa-

ração a dietas com uma fonte de amido (milho moído) e uma de nitrogênio (farinha de sangue) de baixa degradabilidade ruminal.

O pH ruminal também influencia o crescimento microbiano, principalmente dos microrganismos fibrolíticos. Ocorrendo redução significativa na digestão da fibra com pH abaixo de 6,2 (Grant & Mertenz, 1992).

A fermentação de amido e açúcares promove a diminuição no pH ruminal, devido a maior produção total de ácidos graxos voláteis (AGV) e principalmente devido a maior produção de propionato pela via do ácido láctico, que pode se acumular no rúmen, reduzindo a digestão da fibra (Van Soest, 1994). Além disso, a maior inclusão de concentrado na dieta diminui a ruminação e, conseqüentemente, o tamponamento através da saliva.

Carvalho et al. (1997), trabalhando com níveis crescentes de concentrados em dietas de zebuínos, observaram diminuição linear do pH ruminal, em função do nível de concentrado. Ladeira et al. (1999) também constataram que o aumento dos níveis de concentrado na ração (25 a 75%) diminuiu o pH ruminal (6,83 a 5,51), apresentando decréscimo linear em função do tempo, para cada nível de concentrado.

Segundo o NRC (1985), a composição dos microrganismos varia com a fase do crescimento microbiano, a disponibilidade de nutrientes e o tipo de microrganismos. De acordo com revisão de Clark et al. (1992), os valores médios da composição bacteriana são: 77,5% de MO, 7,71% de N e 7,78% de purinas.

De acordo com Sniffen & Robinson (1987), o fluxo de microrganismos para o intestino delgado depende do crescimento microbiano, da reciclagem microbiana dentro do rúmen, das taxas de passagem de líquidos e sólidos, da taxa e extensão da digestão dos alimentos, da extensão da associação microbiana à digestão ruminal e a ação dentro dos grupos de microrganismos.

Ladeira et al. (1999) verificaram que o aumento no nível de concentrado causou efeito quadrático sobre a eficiência microbiana, sendo que a eficiência máxima estimada de 28,6 g de N-Mic/kg de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) foi para 48,8% de concentrado. Desta forma, o efeito de fontes energéticas com diferentes degradabilidades ruminais pode alterar as condições de pH e concentração de N-NH₃ no líquido ruminal e, conseqüentemente, afetar a produção microbiana.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito

das fontes energéticas: milho, raspa de mandioca, farinha de varredura de mandioca e casca de mandioca sobre a concentração de N-NH₃ e pH no líquido ruminal, fluxos de MO e nitrogênio microbiano e não-microbiano para o duodeno e a eficiência de síntese microbiana.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, no período de maio a setembro de 1998 e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foi utilizado quatro bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa, com peso vivo inicial médio de 270 kg submetidos à intervenção cirúrgica para a implantação de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas.

As diferentes fontes energéticas utilizadas foram: milho (MI), raspa de mandioca integral desidratada (RM), casca de mandioca desidratada (CM) e

farinha de varredura (FV). A mandioca integral picada e seca ao sol foi denominada de raspa de mandioca. A casca de mandioca desidratada foi oriunda da desidratação ao sol das cascas e pontas de mandiocas residuais do processo de descascamento que ocorre durante a produção de farinha de mandioca. A farinha de varredura é o resíduo da limpeza das farinhas, sendo composto principalmente de farinha suja. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a fonte protéica, o farelo de soja. A composição química dos alimentos pode ser observada na Tabela 1.

As rações foram formuladas visando a substituição total do milho por raspa de mandioca e farinha de varredura e a substituição parcial do milho pela casca de mandioca desidratada, sendo calculadas de acordo as exigências do NRC (1988) e de forma a serem isoprotéicas (14% PB) e com níveis semelhantes de energia. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60, com menor proporção de concentrado para a ração com milho, de forma a permitir um nível de energia semelhante entre as rações. Pelo mesmo motivo, o nível de substituição do milho pela casca de mandioca desidratada foi de 50% (devido ao menor valor

Tabela 1 - Composição química dos alimentos (%)¹
Table 1 - Chemical composition of the ingredients (%)¹

Ingrediente <i>Ingredient</i>	MS <i>DM</i>	PB ² <i>CP</i>	FDN ² <i>NDF</i>	MM ² <i>ASH</i>	Amido ² <i>Starch</i>	CIA ² <i>AIA</i>
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	89,12	51,04	12,15	6,32	3,40	0,03
Milho moído <i>Corn, ground</i>	88,45	9,95	12,35	1,24	69,20	0,03
Raspa de mandioca ³ <i>Cassava root³</i>	88,27	3,28	8,12	3,95	76,20	1,42
Farinha de varredura <i>Cassava by-product flour</i>	91,12	1,98	8,75	1,23	79,50	0,27
Casca de mandioca desidratada <i>Dehydrated cassava hull</i>	89,69	3,59	33,18	11,59	58,26	6,70
Silagem de milho 1 ⁴ <i>Corn silage⁴</i>	28,81	6,03	65,42	5,34	21,30	3,02
Silagem de milho 2 ⁴ <i>Corn silage 2⁴</i>	29,45	6,14	65,38	5,15	20,82	3,00
Silagem de milho 3 ⁴ <i>Corn silage 3⁴</i>	30,22	5,93	66,50	6,50	20,66	2,90
Silagem de milho 4 ⁴ <i>Corn silage 4⁴</i>	30,68	5,89	65,58	6,12	21,79	2,76

¹ MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, MM = matéria mineral, CIA = cinza insolúvel em ácido.

² Expressos em % MS.

³ Mandioca integral, picada e desidratada.

⁴ Silagem de milho amostrada nos períodos de coleta: 1, 2, 3 e 4.

¹ DM = Dry matter, CP = crude protein, NDF = neutral detergent fiber, AIA = acid insoluble ash.

² % DM express.

³ Cassava root, cracked and dehydrated.

⁴ Corn silages sampled in the collection periods 1, 2, 3 and 4.

energético da casca de mandioca em relação às outras fontes energéticas). O fornecimento de ração foi restrito de forma a atender 140% da exigência de energia líquida de manutenção dos animais (consumo de 2% do peso vivo). Os animais receberam diariamente 50 g de sal mineral, obtido com a mistura 1:1 de sal com um suplemento mineral comercial. A composição percentual e química das quatro rações experimentais é apresentada na Tabela 2.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8 h) e à tarde (16 h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho. As baias e as cânulas dos animais eram limpas e lavadas duas vezes ao dia.

Cada período experimental (4) teve a duração de 22 dias, sendo 15 dias para adaptação dos animais e

sete dias de coleta. Durante o período de coleta, em cada período experimental, foram amostrados cerca de 200 mL de digesta duodenal, com intervalo de 12 horas e um incremento de 2 horas entre dias consecutivos, num total de 12 amostras por animal.

Após o período de coleta, as amostras de alimento e digestas duodenais foram secas em estufa a 55° C por 96 horas, moídas (1 mm) individualmente e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de digesta por animal e para cada ração.

O fluido ruminal (70 mL) foi coletado via cânula ruminal, nos tempos 0 (que antecedia a alimentação) 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 16 horas após a alimentação da manhã. Todavia, como o fornecimento da ração era realizado duas vezes ao dia, 8 e 16 horas (intervalo de

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS)¹
Table 2 - Percentual and chemical composition of the experimental diets (% dry matter)¹

Ingrediente <i>Ingredient</i>	MI (CO)	MC (CC)	RM (CR)	FV (CB)
Milho <i>Corn</i>	39,0	21,0	-	-
Raspa de mandioca <i>Cassava root</i>	-	-	39,7	-
Farinha de varredura <i>Cassava by-product flour</i>	-	-	-	39,0
Casca de mandioca desidratada <i>Dehydrated cassava hull</i>	-	21,0	-	-
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	15,0	17,5	20,7	21,0
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	46,0	40,5	39,6	40,0
Nutriente <i>Nutrient</i>	MI (CO)	MC (CC)	RM (CR)	FV (CB)
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	14,3	14,2	14,2	14,0
Amido <i>Starch</i>	37,3	36,0	39,5	40,2
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	36,7	38,1	31,6	32,1
Matéria mineral <i>Ash</i>	3,8	5,9	5,0	3,9
Energia bruta Mcal/kg <i>Gross energy</i>	4,3	4,3	4,3	4,3
Energia líquida manutenção ² <i>Net energy for maintenance</i>	1,6	1,6	1,6	1,6
Energia líquida ganho ² <i>Net energy for gain</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
Cinza insolúvel em ácido <i>Acid insoluble ash</i>	1,3	2,6	1,7	1,2

¹ MI: Ração com milho; MC: Ração com milho + casca de mandioca; RM: Ração com raspa de mandioca; FV: Ração com farinha de varredura.

² Valores estimados a partir de valores tabelados e através da análise química dos alimentos, expressos em Mcal/kg.

¹ CO: corn diet, CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet

8 horas entre a alimentação da manhã e da tarde), o tempo de coleta de líquido a partir das 10 horas após a alimentação da manhã (8 horas) representa 2 horas após a alimentação da tarde (16 horas) e assim sucessivamente para os tempos posteriores. O pH foi determinado imediatamente após a coleta. Aproximadamente 50 mL de fluido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 e armazenados a -20°C para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

No último dia de cada período foram realizadas duas coletas de conteúdo ruminal (2 h antes e 2 h depois da alimentação manhã). Em cada coleta uma amostra de 1,5 Kg foi misturada a 500 mL de solução 0,9% de NaCl, homogeneizada em liquidificador, coada com uma fralda dobrada quatro vezes e o filtrado armazenado a -20°C para ser processado de acordo com Cecava et al. (1990).

As amostras de digesta duodenal e conteúdo ruminal dos animais foram analisadas para determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB). As determinações de MS, MO, PB foram feitas de acordo com as metodologias descritas por Silva (1990). A cinza insolúvel em ácido (CIA) foi utilizada como indicador interno para determinação dos fluxos diários de matéria seca no duodeno. A determinação da CIA foi feita de acordo com a metodologia descrita por Van Keulen & Young (1977).

A concentração de purinas nas bactérias do rúmen e na digesta duodenal foi determinada pelo procedimento descrito por Ushida et al. (1985), com algumas modificações propostas por Bohnert et al. (1998) que são: 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 pelet foi lavado com 10 mL de 0,005N H₂SO₄/0,005M AGNO₃; 4) a incubação final foi aumentada para 45 minutos.

O fluxo total de N microbiano para o duodeno (g/dia) foi estimado pela divisão da razão N: purinas bactéria pela razão N: purinas digesta duodenal e multiplicando este quociente pelo fluxo total individual de N. A eficiência de síntese microbiana foi também expressa em g de N microbiano/kg de MO verdadeira degradada no rúmen (MOVDR) que por sua vez foi calculada pela equação = ingestão de MO (g/dia) – [MO duodenal (g/dia) – MO microbiana (g/dia)].

Utilizou-se um delineamento experimental em quadrado latino 4 x 4, com quatro períodos e quatro tratamentos, para comparar os valores de eficiência microbiana. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas, no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1983), por meio de análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + C_k + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação do efeito do tratamento k, no período j, no animal i, μ = média geral, A_i = efeito do animal i (i = 4 animais), P_j = efeito de período j (j = 4 períodos), C_k = efeito da ração k; k = 1 (MI); 2 = (MC); 3 (RM) e 4 (FV) e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Para os valores observados de pH e N-NH₃ no líquido ruminal, os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas e os tempos de amostragem, como subparcelas. Foi utilizada a análise de regressão para as concentrações de pH e N-NH₃ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação da manhã (0, 2, 4, 6 e 8 horas) para cada tratamento.

Resultados e Discussão

Os valores de pH do líquido ruminal observados em função das rações experimentais nos tempos de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 16 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 1. Deve-se ressaltar que a ração era fornecida duas vezes ao dia às 8 e às 16 horas, portanto, o tempo de coleta de líquido de rúmen, para determinação do pH e N-NH₃, a partir das 10 horas após a alimentação da manhã (8 horas) representa 2 horas após a alimentação da tarde (16 horas) e assim sucessivamente para os tempos posteriores. Não houve diferença para o pH do líquido ruminal, nos tempos observados, para as rações experimentais. Os menores valores de pH foram observados nos tempos de 2 a 4 horas após a alimentação (manhã e tarde). Também Londoño et al. (1997), Carvalho et al. (1997) e Carvalho et al. (1998) observaram valores mínimos de pH entre 2 e 4 horas após a alimentação.

Os valores de pH variaram em média de 5,7 (12 horas após a alimentação da manhã) a 6,8 (0 horas ou antes da alimentação da manhã). Verificou-se que os menores valores de pH 5,4 e 5,7 são observados para as rações com FV e RM, respectivamente, entre o

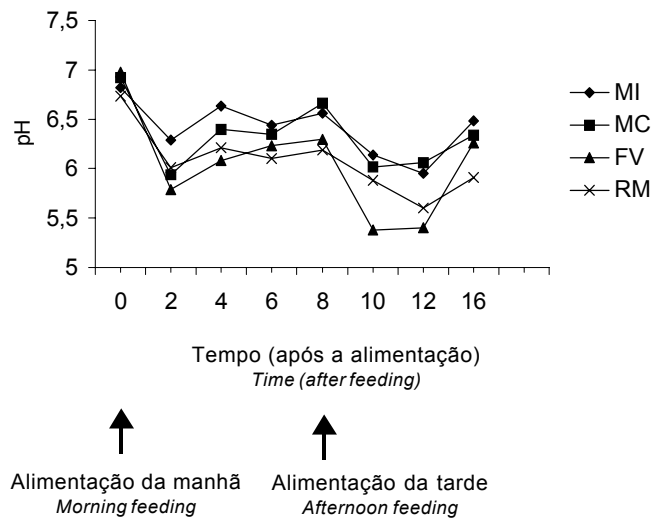


Figura 1 - pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação para as rações experimentais (MI: ração com milho; MC: ração com milho + casca de mandioca; RM: ração com raspa de mandioca; FV: ração com farinha de varredura).

Figure 1 - pH of ruminal fluid in function of post feeding for the experimental diets (CO: corn diet, CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet).

período de 2 e 4 horas após o fornecimento da ração até 16 h. Os menores valores de pH observados após a alimentação fornecida às 16 h estão, possivelmente, relacionados com a diferença entre os horários de alimentação. Como as rações não foram fornecidas em tempos equidistantes, a alimentação da tarde ocorria 8 horas após a alimentação da manhã, enquanto a diferença entre a alimentação da tarde e a alimentação da manhã seguinte era de 16 h. Dessa forma, o ambiente ruminal após a alimentação da tarde ainda apresentava um efeito residual da alimentação da manhã.

Valores de pH inferiores a 6,0 podem acarretar numa diminuição da atividade dos microrganismos fibrolíticos (Coelho da Silva & Leão, 1979). Sendo que o efeito do pH sobre as bactérias celulolíticas, parece ser devido à toxicidade dos ácidos graxos voláteis (AGV) quando em pH baixo e à diminuição do pH intracelular impedindo a atividade de certas enzimas. Uma das teorias atuais destes efeitos é a do desacoplamento, que é baseada na teoria quimiostática. Quando o pH é baixo existe uma maior quantidade de AGV na sua forma protonada (não dissociada) no rúmen, estas formas protonadas atravessariam a membrana das bactérias e liberariam o

próton devido à variação do pH. O ânion que permanece associado com a membrana é difundido para fora da célula devido ao gradiente eletroquímico, onde é novamente protonado, continuando assim o ciclo (Russel & Wilson, 1996). Desta forma, a bomba de prótons utilizada para produzir um dos gradientes eletroquímicos utilizados para o transporte ativo secundário de várias substâncias (Russel et al., 1990) fica comprometido, diminuindo a absorção de nutrientes pelas bactérias e conseqüentemente diminuindo a atividade fibrolítica no rúmen.

Não foi observada diferença entre a digestibilidade da FDN nas rações experimentais (Caldas Neto et al., 2000), concordando assim com a ausência de diferença no pH ruminal entre as rações experimentais.

Devido às características físico-químicas dos grânulos de amido da mandioca em relação ao milho (ausência de pericarpo, ausência de matriz protéica, maior teor de amilopectina), a mandioca apresenta uma maior degradabilidade ruminal do amido quando comparada ao milho (Zeoula et al., 1999a). Caldas Neto et al. (2000) também observaram maior digestibilidade ruminal do amido das rações contendo RM e FV em relação às rações contendo milho (MI e MC). Dessa forma, poder-se-ia esperar que as rações contendo RM e FV acarretassem menor valor de pH no líquido ruminal, o que não se observou. A ausência de efeito pode estar relacionada com o fornecimento restrito de alimento, o qual pode ter permitido que a capacidade de tamponamento do rúmen, oriunda do fornecimento de nível semelhante de volumosos entre as dietas (visto que o pH ruminal apresenta grande correlação com o nível de fibra efetiva na dieta), mantivesse valores de pH semelhantes entre as rações.

Marques (1999), utilizando rações semelhantes à do presente experimento, no confinamento de novilhas mestiças, observou maior valor do coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN) para a ração com RM e MC e menor valor para a ração com FV. Todavia, os consumos das rações eram *ad libitum* e foram superiores aos 2% PV do presente experimento, o que pode ter acarretado diferenças no pH do líquido ruminal entre as rações e ter resultado nas diferenças na digestibilidade da FDN. Além disto, Marques (1999) observou diminuição no consumo de MS e a ocorrência de abscessos no fígado dos animais, que receberam rações contendo FV, indicando assim a possibilidade de ocorrência de menor pH do líquido ruminal para esta ração.

Na Tabela 3, podem ser observadas as equações de regressão para os valores de pH e os valores de máximo e mínimo estimados para as rações experimentais.

As concentrações de pH do líquido ruminal comportaram-se de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, para todas as rações experimentais.

Os valores máximos estimados de pH ruminal,

para todas as rações, ocorrem no tempo zero hora (antes da alimentação) enquanto os valores mínimos estimados foram de 4,1 a 5,1 horas após a alimentação da manhã, variando em relação aos dados observados no experimento que indicam o tempo de mínimo como sendo 2 horas após a alimentação da manhã.

As curvas de concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal em função das rações experimentais nos tempos de 0, 2, 4, 6, 8, 10,

Tabela 3 - Equações de regressão obtidas para os valores de pH no líquido ruminal em função do tempo (T) após a alimentação e seus valores de máximo (Máx) e mínimos (Mín) e respectivos coeficientes de determinação (R²)

Table 3 - Regression equations for the values of pH in function of post feeding times (T) and their maximum (Max) and minimum (Min) values and respective coefficients determination (R²)

Rações ¹ Diets	Regressão Regression	pH Máx. Mín.	Tma	pH	Tmi	R ²
MI (CO)	pH=6,732-0,1285T+0,0137T ²	6,7	0,0	5,8	4,7	0,93
MC (CC)	pH=6,7717-0,3012T+0,0369T ²	6,8	0,0	6,1	4,1	0,95
RM (CR)	pH=6,6331-0,2366T+0,0233T ²	6,6	0,0	6,0	5,1	0,92
FV (CB)	pH=6,8000-0,3860T+0,0425T ²	6,8	0,0	5,9	4,5	0,91

¹ MI: Ração com milho; MC: Ração com milho + casca de mandioca; RM: Ração com raspa de mandioca; FV: Ração com farinha de varredura.

Tma: Tempo em horas para obtenção dos valores máximos; Tmi: Tempo em horas para a obtenção dos valores mínimos.

¹ CO: corn diet, CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet

Tma: time in hours to obtain the maximum value, Tmi: time in hours to obtain the minimum value.

12 e 16 horas após a alimentação da manhã podem ser verificadas na Figura 2.

As maiores concentrações (P<0,05) de N-NH₃ no líquido ruminal foram observadas nos períodos entre 2 a 4 horas após a alimentação (manhã e tarde), concordando com os valores obtidos por McCarthy et al. (1989), sendo que os valores obtidos no período após a alimentação da tarde foram ligeiramente superiores. Os valores de N-NH₃ no líquido ruminal variaram em média de 5,0 mg/100 mL (antes da alimentação da manhã) até 12,5 mg/100 mL (2 horas após a alimentação da tarde).

As menores concentrações (P<0,05) de N-NH₃ no líquido ruminal foram observadas para a ração com FV, não ocorrendo diferença entre as demais rações. A concentração média de N-NH₃ no líquido ruminal para a ração contendo FV foi de 5,2 mg/100 mL de líquido de rúmen e o valor mínimo de 4,4 mg/100 mL (antes da alimentação da manhã). Este resultado está de acordo com o baixo valor do coeficiente de digestibilidade ruminal da proteína bruta observado na ração contendo farinha de varredura, talvez

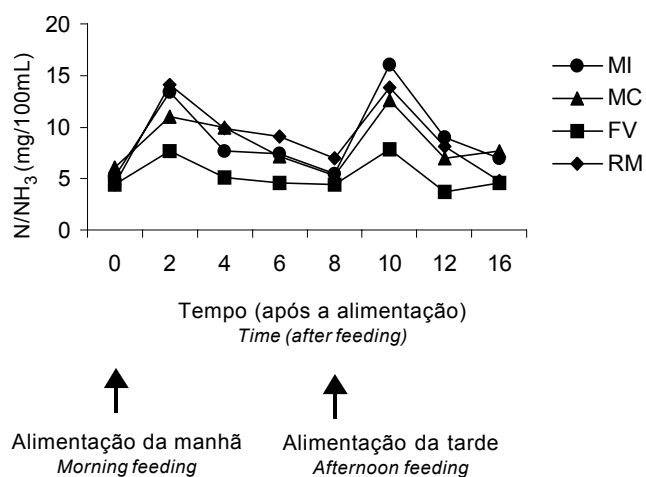


Figura 2 - Concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação para as rações experimentais (MI: ração com milho; MC: ração com milho + casca de mandioca; RM, ração com raspa de mandioca; FV: ração com farinha de varredura).

Figure 2 - Concentration of N-NH₃ in the ruminal fluid in function of post feeding time for the experimental diets (CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet).

indicando uma menor perda de nitrogênio no rúmen na forma de N-NH₃ (Caldas Neto et al., 2000).

As concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal para as quatro rações foram superiores ao valor de 5 mg N-NH₃/100 mL de líquido ruminal observado por Roffler & Satter (1975) como valor mínimo para que a concentração de N-NH₃ não fosse limitante para o crescimento microbiano. Contudo, as concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal foram inferiores as observadas por diversos autores para rações com fontes de N de rápida degradação ruminal (McCarthy et al., 1989, Herrera-Saldana et al., 1990; Zeoula et al., 1999b).

Na Tabela 4, podem ser observadas as equações de regressão para os valores de N-NH₃ no líquido ruminal e os valores de máximo e mínimo para as rações experimentais.

As concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal se comportaram de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, para todas as rações experimentais.

As maiores concentrações estimadas de N-NH₃ no líquido ruminal ocorreram entre 3,5 a 4 horas após a alimentação, com exceção para a ração com FV que ocorreu 2,7 horas após a alimentação. Também Carvalho et al. (1997) estimaram que a maior concentração de N-NH₃ no líquido ruminal ocorreu 2,9 horas após a alimentação.

As concentrações mínimas de acordo com as equações de regressão ocorreram 8 horas após a alimentação da manhã, apesar dos dados obtidos demonstrarem o ponto de mínimo como sendo o de 0 horas (antes da alimentação).

Os valores de composição química das bactérias ruminais podem ser observadas na Tabela 5.

Não foi observada diferença nos teores de MS, MO, compostos nitrogenados (%MS e %MO) e RNA das bactérias ruminais para as rações experimentais. De acordo com Russel et al. (1992), a composição química das bactérias ruminais pode ser influenciada por diversos fatores tais como alterações na taxa de crescimento, na fase de crescimento e nos meios de crescimento. Rações ricas em amido e açúcar de alta degradabilidade podem aumentar rapidamente a quantidade de microrganismos fermentadores de carboidratos não-estruturais e se não houver redução do pH ruminal, ocorrerá aumento na produção microbiana. Todavia, o acúmulo de ácido láctico nestas dietas pode acarretar uma queda no pH ruminal e alterar a ecologia microbiana (Sniffen & Robinson, 1987). Assim, as rações experimentais possivelmente não acarretaram variações nestes parâmetros. Esta ausência de efeito das rações sobre a composição das bactérias também corrobora a ausência de diferença nos valores de pH entre as rações, pois valores de pH diferentes poderiam indicar diferença entre as populações das diversas espécies de microrganismos, o que poderia resultar em diferença na composição bacteriana devido às rações.

Os valores de MS e MO das bactérias ruminais foram semelhantes aos citados na revisão de Valadares Filho (1995) de 89,2% MS e 84,6% MO e aos obtidos por Valadares et al. (1997), enquanto os teores de MO foram inferiores ao valor médio obtido por Carvalho et al. (1997), de 92,90%, e superiores ao valor citado por Clark et al. (1992), de 77,5%.

Tabela 4 - Equações de regressão obtidas para os valores de N-NH₃ no líquido ruminal em função do tempo (T) após a alimentação e seus valores de máximo (Máx) e mínimos (Mín) e respectivos coeficientes de determinação (R²)

Table 4 - Regression equations for the values of pH and N-NH₃ in function of post feeding time (T) and their maximum (Max) and minimum (Min) values and respective coefficients determination (R²)

Rações ¹ Diets	Regressão Regression	pH Máx. Mín.	Tma	pH	Tmi	R ²
				mg N-NH ₃ /100 mL		
MI (CO)	N=6,8057+1,844T-0,2643T ²	10,1	3,5	4,6	8,0	0,92
MC (CC)	N=6,8143+1,910-0,2732T ²	10,1	3,5	4,6	8,0	0,94
RM (CR)	N=5,9743+2,8957T-0,3607T ²	11,0	4,0	6,1	8,0	0,88
FV (CB)	N=5,5143+0,3907T-0,0732T ²	6,0	2,7	4,0	8,0	0,87

¹ MI: Ração com milho; MC: Ração com milho + casca de mandioca; RM: Ração com raspa de mandioca; FV: Ração com farinha de varredura.

Tma: Tempo em horas para obtenção dos valores máximos; Tmi: Tempo em horas para a obtenção dos valores mínimos.

¹ CO: corn diet, CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet

Tma: time in hours to obtain the maximum value, Tmi: time in hours to obtain the minimum value.

Tabela 5 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) nitrogênio total (NT) e RNA das bactérias ruminais

Table 5 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), nitrogen (NT) and RNA of the rumen bacteria

Rações*	MI	MC	RM	FV	CV (%)
Diets	CO	CC	CR	CB	
MS	92,0	92,1	91,6	92,1	3,7
DM					
MO	84,9	84,0	83,9	85,4	4,2
OM					
NT(%MS)	5,7	5,6	5,7	5,7	3,9
NT(%DM)					
NT(%MO)	6,8	6,6	6,8	6,7	3,6
NT(%OM)					
RNA(%MS)	3,3	3,6	3,5	3,4	8,2

Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

*MI: Ração com milho; MC: Ração com milho + casca de mandioca; RM: Ração com raspa de mandioca; FV: Ração com farinha de varredura.

Means, in the same row, followed by different letters differ (P<.05) by Tukey test.

*CO: corn diet, CC: cassava hulls and corn diet, CR: cassava root diet, CB: cassava by-product flour diet.

Segundo Valadares Filho (1995), estas variações no teor de MO das bactérias ruminais podem ocorrer devido à utilização da solução salina, no processo de isolamento das bactérias ruminais, a qual poderia alterar o teor de matéria mineral (MM) da digesta ruminal, diminuindo assim o teor de MO das bactérias ruminais.

Os teores de nitrogênio e RNA das bactérias ruminais foram inferiores àqueles citados por Clark et al. (1992) de 7,7% de N e 7,3% de RNA, Valadares Filho (1995) de 7,1% de N e 8,6% de RNA, Carvalho et al. (1997) de 8% de N e Valadares et al. (1997) de 8% de N. Todavia, os valores de N, se encontram dentro da amplitude citada por Van Soest (1994), de 5,0 a 12,4%, e da faixa de variação citada por Valadares Filho (1995), de 5,2 a 8,7%.

As ingestões de matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N), os fluxos para o duodeno de MO, MO microbiana, N total, N microbiano e N não microbiano (NNM), as digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, e a eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira podem ser observadas na Tabela 6.

Não foi observada diferença nos níveis de ingestão de MO e N pelos animais entre as rações, concordando com o fato de que as rações eram isotprotéicas e de consumo restrito.

O fluxo diário de MO para o duodeno também não

variou entre as rações experimentais, acarretando uma ausência de efeito sobre o fluxo de matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen (MOADR) (g/dia e % do ingerido), que foi semelhante entre as rações. Contudo, a ração com FV obteve o maior (P<0,05) fluxo para o duodeno de MO bacteriana, sendo superior as rações contendo milho (MI e MC) e igual à ração contendo RM. Os maiores fluxos ocasionaram maior valor (P<0,05) de matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR) (g/dia e % do ingerido) para as rações com RM e FV, que foram superiores as rações com milho (MI e MC).

Todavia, Fregadolli et al. (2000) não observaram interação das fontes de amido (casca de mandioca e milho) e de N (levedura e farelo de algodão+farinha de carne e ossos) para o fluxo de MO microbiana para o duodeno, obtendo um fluxo médio de 2.148 g de MO microbiana/dia. No entanto, as rações com casca de mandioca apresentaram (P<0,13) fluxo de MO microbiana para o duodeno 10% maior do que as rações com milho, 2.262 e 2.034 g/dia, respectivamente (Fregadolli et al., 2000).

O fluxo diário de compostos nitrogenados para o duodeno não variou entre as rações experimentais, porém ocorreu maior (P<0,05) fluxo de N bacteriano para a ração com FV e menores fluxos para as rações com milho (MI e MC) enquanto, que a ração com RM não diferiu das demais. Conseqüentemente, as rações com MI e MC obtiveram maiores valores de fluxo de nitrogênio não microbiano (NNM) chegando ao duodeno.

Contudo apesar de não ocorrer diferença no fluxo de nitrogênio total no duodeno, também não foi observada diferença na degradabilidade ruminal da proteína bruta das rações experimentais (Caldas Neto et al., 2000). Desta forma, a ração contendo FV, pode ter apresentado um maior fluxo de proteína verdadeira para o duodeno, enquanto as rações contendo MI e MC apresentaram um maior fluxo de N-NH₃ para o duodeno.

Os valores de fluxo duodenal de N microbiano foram inferiores aos obtidos por diversos autores (Carvalho et al., 1997, Valadares et al., 1997, Ladeira et al. 1999), porém no presente experimento os animais estavam em regime de restrição alimentar. Firkins et al. (1986), trabalhando com novilhos, observaram que com a ingestão restrita a 90% do consumo voluntário ocorreu um maior fluxo de N-Mic (710 g/dia) do que animais com ingestão restrita a

60% do consumo voluntário (470 g/dia).

Diversos trabalhos na literatura indicam um aumento no fluxo de N microbiano quando o milho é substituído por uma fonte de amido mais degradável no rúmen. Spicer et al. (1986), trabalhando com novilhos, observaram que a substituição do milho pela cevada (amido de alta degradabilidade) acarretou aumento de 38% no fluxo de N microbiano para o duodeno. Também Herrera-Saldana et al. (1990), trabalhando com vacas da raça Holandesa, observaram o efeito da fonte de amido, para rações com milho ou cevada. O amido da mandioca apresentou maiores valores de degradabilidade e digestibilidade ruminal que o amido do milho (Perreira, 1987; Nocek & Tamminga, 1991; Holzer et al., 1997; Pires, 1999;

Zeoula, 1990; Zeoula et al., 1999a, b), o que pode ter contribuído para os resultados obtidos para as rações com RM e FV. Todavia, Fregadolli et al. (2000), avaliando efeito da interação e efeito das fontes de amido e N, não observou diferença no fluxo de nitrogênio microbiano para o intestino, obtendo um fluxo médio de nitrogênio microbiano (N-Mic) para o duodeno de 148,9 g/dia.

Os maiores fluxos de MO e N bacteriano obtidos para as rações que contém amido de mandioca em maior proporção (RM e FV), indicaram uma maior produção de biomassa microbiana, possivelmente devido a maior digestão verdadeira de MO observada nestas rações, o que pode ter acarretado uma maior disponibilidade energética e de esqueletos carbônicos

Tabela 6 - Ingestões de matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N), fluxos de MO, MO microbiana, N total, N microbiano, N não microbiano (NNM), MO aparentemente degradável no rúmen (MOADR) e MO verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira

Table 6 - Organic matter (OM) and nitrogen (N) intakes, OM, microbial OM, nitrogenous compounds (N-total, N microbial and N non microbial) flows, OM apparent and true ruminally digestions, Apparent organic matter rumen degradable flow (AOMRD), True organic matter rumen degradable flow (TOMRD) and apparent and truly microbial synthesis

Rações* Diets	MI CO	MC CC	RM CR	FV FV	CV (%)
MO ingerida (g/dia) OM intake (g/day)	4920,9	4888,1	5083,5	4931,5	4,9
N ingerido (g/dia) N intake (g/day)	117,0	118,0	121,7	114,0	3,6
Fluxo para o duodeno Flow to the duodenum					
MO (g/dia) OM (g/day)	2511,0	2552,0	2264,0	2399,9	3,1
MO microbiana (g/dia) Microbial OM (g/day)	880,8 ^b	872,8 ^b	1010,7 ^{ab}	1146,7 ^a	4,2
NT (g/dia) TN (g/day)	109,1	107,9	113,4	109,1	3,8
N microbiano (g/dia) Microbial N (g/day)	53,6 ^b	57,9 ^b	68,6 ^{ab}	76,4 ^a	
NNM (g/dia)	55,5 ^b	50,0 ^b	44,8 ^{ab}	32,7 ^a	8,9
MOADR (g/dia) AOMRD (g/day)	2409,9	2336,1	2819,5	2531,7	24,6
MOADR (% do ingerido) AOMRD (% of intake)	49,9	47,8	55,5	51,3	20,2
MOVDR (g/dia) TOMRD (g/day)	3290,7 ^b	3208,9 ^b	3830,2 ^a	3678,3 ^{ab}	14,5
MOVDR (% do ingerido) TOMRD (% of intake)	66,9 ^b	65,7 ^b	75,3 ^a	74,6 ^a	16,7
Síntese Microbiana Microbial synthesis					
g N-Mic/kg MOADR	25,4 ^b	24,6 ^b	24,4 ^b	30,1 ^a	8,1
g N-Mic/kg MOVDR	16,1 ^a	12,7 ^a	15,5 ^a	16,7 ^a	10,2

Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

MI: Ração com milho; MC: Ração com milho + casca de mandioca; RM: Ração com raspa de mandioca; FV: Ração com farinha de varredura. Means, in the same row, followed by different letters differ ($P < 0,05$) by Tukey test.

CO: Corn diet, CC: Cassava hulls and corn diet, CR: Cassava root diet, CB: Cassava by-product meal diet.

para os microrganismos sintetizarem seus aminoácidos. Além disto, quando se aumenta a disponibilidade de carboidratos não-estruturais para os microrganismos, sem que ocorra alteração no pH, como aconteceu no presente experimento, visto que as rações com RM e FV não acarretaram diferença no pH ruminal em comparação com as rações com milho (MI e MC), existe a tendência de aumento da produção microbiana.

O maior valor ($P < 0,05$) de eficiência microbiana aparente (expresso em g N microbiano/ kg MOADR) foi obtido para a ração contendo farinha de varredura, concordando com maior valor de fluxo de N microbiano para o duodeno. Esta maior eficiência também está de acordo com os menores níveis de digestibilidade ruminal da PB e N-NH₃ no líquido ruminal, indicando uma utilização mais eficiente de nitrogênio no rúmen para a ração com FV. Apesar de não ocorrer diferença no fluxo de compostos nitrogenados para o duodeno, não se pode afirmar que não houve vantagem da maior eficiência microbiana para FV, visto que uma maior parte do nitrogênio que escapou para o duodeno nas rações com MI e MC pode ser N-NH₃, devido à maior concentração de N-NH₃ no líquido ruminal para estas rações.

Os valores de eficiência microbiana aparente para todas as rações foram inferiores aos observados por Carvalho et al. (1997) e Valadares et al. (1997) para níveis semelhantes de concentrado e proteína bruta na dieta, respectivamente, sendo os valores semelhantes aos obtidos por Ladeira et al. (1999).

A eficiência microbiana verdadeira, expressa em g N microbiano/ kg MOVDR, não diferiu entre as rações experimentais.

Conclusões

Rações compostas com fontes de amido com diferenças na degradabilidade ruminal, milho, mandioca e resíduos das farinheiras (casca de mandioca e farinha de varredura) não acarretaram diferenças no pH ruminal, mas sim na concentração de N-NH₃, sendo menor para a ração com farinha de varredura.

O maior valor de eficiência microbiana aparente (expresso em g Nitrogênio microbiano/ kg de matéria orgânica degradada no rúmen) foi observado para a ração com farinha de varredura, indicando que esta fonte energética possivelmente apresentou uma melhor sincronização com a fonte protéica (farelo de soja), diminuindo a perda de nitrogênio na forma de N-NH₃ e aumentando a eficiência microbiana.

Literatura Citada

- ALDRICH, J.M.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A. et al. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.1091-1111, 1993.
- BOHNERT, D.W.; LARSON, B.I.; BAUER, M.L. 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. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2474-2484, 1998.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, S1, p.2099-2108, 2000.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- CARVALHO, M.P.; BOIN, C.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição parcial do milho por subprodutos energéticos em dietas de novilhos, com base em bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade, parâmetros ruminais e degradação *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1182-1192, 1998.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L. et al. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2230-2243, 1991.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.
- ERDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2313-2320, 1986.
- FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; MERCHEN, N.R. et al. Effects of forage particle size, level of feed intake and supplemental protein degradability on microbial protein synthesis and site of nutrient digestion steers. **Journal of Animal Science**, v.62, n.4, p.1081-1094, 1986.
- FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Efeito das fontes de amido e nitrogênio com diferentes degradabilidades ruminais sobre o pH, concentração de amônia ruminal e eficiência de síntese microbiana. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.419.
- GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2762-2768, 1992.
- HERRERA-SALDANA, R.E.; GOMEZ-ALARCON, R.; TORABI, M. et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.1, p.142-148, 1990.

- HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; LUBIMOV, V. et al. The feasibility of replacement of grain by tapioca in diets for growing-fattening cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.64, n.3, p.133-142, 1997.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. Eficiência microbiana, concentração de N-NH₃, pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas, em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p. 404-411, 1999.
- LONDOÑO, A.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C., et al. Somatotropina bovina para vacas em lactação. 2. Consumo, digestibilidade aparente e concentrações ruminiais de amônia, pH e taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1234-1242, 1997.
- McCARTHY, R.D.; KLUMMEYER Jr., T.H.; CLARK, J.H. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.8, p.2002-2016, 1989
- MARQUES, J. **Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição do milho na terminação de novilhas: desempenho e digestibilidade aparente in vivo**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1999. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: 1985. 138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed., Washington: D.C.: National Academy of Sciences, 1988. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.10, p.2070-2107, 1988.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.
- PEREIRA, J.P. Utilização de raspa e resíduos industriais da mandioca na alimentação bovina. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.28-32, 1987.
- PIRES, A.V. **Efeito da inclusão de fontes de amido e silagem de milho em dietas à base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas Holandesas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. 120p. Tese (Livre-Docente em Produção Animal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
- ROFFLER, R.E.; SATTER, L.D. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.11, p. 3551-3561, 1992.
- RUSSELL, J.B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new perspectives on previous contradictions. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p.682-697.
- RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J.; MARTIN, S.A. Strategies of nutrient transport by ruminal bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2996-3012, 1990.
- RUSSEL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1503-1509, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG. 1983. 68p. (Manual do usuário).
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos**. 2.ed. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166p.
- SMITH, O.B.; IDOWU, O.A.; ASAOLU, V.O. et al. Comparative rumen degradability of forrages, browse, crop residues and agricultural by-products. **Livestock Research for Rural Development**, v.3, n.2, p.1-7, 1991.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.1, p.425-441, 1987.
- SPICER, L.A.; THEURER, C.B.; SOWE, J. et al. Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain, corn and barley-based diets by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.62, p.521-530. 1986.
- STOKES, S.R.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Impact of carbohydrate and protein levels on bacterial metabolism in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.860-870, 1991.
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANK, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, p.1037-1044, 1985.
- VALADARES, R.F.D.; CONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3-pH, N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- 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, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.355-388.
- Van KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v.44, n.2, p.283-287, 1977.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Cornell University, 1994. 476p.
- ZEOULA, L.M. **Efeitos da fonte de amido, do processamento e da adição de uréia sobre a fermentação ruminal e digestão parcial e total em bovidos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 250p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.905-912, 1999a.
- ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; CECATO, U. et al. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1159-1167, 1999b.

Recebido em: 19/01/01

Aceito em: 13/12/01