

Eficiência de Síntese Microbiana, pH e Concentrações Ruminais de Amônia em Novilhos F₁ Limousin x Nelore Alimentados com Dietas Contendo Cinco Níveis de Concentrado¹

Helder Luis Chaves Dias², Sebastião de Campos Valadares Filho³, José Fernando Coelho da Silva⁴, Mário Fonseca Paulino³, Paulo Roberto Cecon³, Rilene Ferreira Diniz Valadares³, Luciana Navajas Rennó⁵, Marcos A. Lana Costa⁶

RESUMO - Conduziu-se um ensaio com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de concentrado nas rações sobre a eficiência de síntese microbiana, o balanço de compostos nitrogenados, a concentração de amônia e o pH do fluido ruminal e a taxa de passagem da digesta ruminal. Foram utilizados cinco novilhos F₁ Limousin x Nelore fistulados no rúmen, abomaso e íleo, alimentados à vontade com dietas que continham 25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrados e distribuídos em delineamento quadrado latino 5 x 5. As concentrações de amônia e o pH ruminal foram determinados em amostras de fluido ruminal coletadas imediatamente antes do fornecimento das rações e às 2, 4, 6, e 8 horas após. A taxa de passagem foi determinada pelo modelo unicompartmental utilizando-se o óxido crômico como indicador. A eficiência de síntese microbiana, expressa de diferentes formas, não foi influenciada pelo uso de concentrado, obtendo-se valores médios de 35,17 g Nmic/kg MODR, 33,01 g Nmic/kg CHODR e 355,66 g MSmic/kg CHODR. As concentrações máximas de amônia, para todos os tratamentos, ocorreram 2,92 horas após o fornecimento da ração. O pH do fluido ruminal decresceu linearmente com os níveis de concentrado e os tempos de coleta. As taxas de passagem de 0,065; 0,081; 0,064; 0,049; e 0,046.h⁻¹ foram verificadas para os tratamentos com 25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrado, respectivamente. A adição de concentrado nas rações reduziu o pH e não alterou a eficiência microbiana.

Palavras-chave: amônia ruminal, concentrado, eficiência microbiana, pH ruminal, taxa de passagem

Efficiency of Microbial Synthesis, pH and Ammonia Ruminal Concentrations in F₁ Limousin x Nelore Bulls Fed Diets with Five Levels of Concentrate

ABSTRACT - A trial was conducted to evaluate the effects of five concentrate levels in the diet on the efficiency of microbial synthesis, balance of nitrogen compounds, ammonia concentrate and pH ruminal fluid. Five rumen, abomasum and ileum fistulated F₁ Limousin x Nelore bulls were full fed diets containing 25.0, 37.5, 50.0, 62.5, and 75.0% of concentrate and allotted to a 5 x 5 latin square design. The ammonia concentrations and ruminal pH were determined in ruminal fluid samples collected right after the diets supply and 2, 4, 6, and 8 hours after. The unicompartmental model using chromic oxide as marker determined the passage rate. The efficiency of microbial synthesis, expressed by different forms, was not influenced by the use of concentrate, obtaining average values of 35.17 g Nmic/kg MODR, 33.01 g Nmic/kg CHODR, and 355.66 g MSmic/kg CHODR. The maximum ammonia concentrations, for all treatments, were 2.92 hours after the diet supply. The ruminal pH fluid linearly decreased with the concentrate levels and the collection times. The passage rates of .065, .081, .064, .049, and .046.h⁻¹ were verified for the treatments with 25.0, 37.5, 50.0, 62.5, and 75.0% of concentrate, respectively. The addition of concentrate in the diets reduced the pH and did not alter the microbial efficiency.

Key Words: ruminal ammonia, concentrate, microbial efficiency, ruminal pH, passage rate

Introdução

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen (VALADARES FILHO, 1995).

Trabalhos de pesquisa indicam que a proteína

microbiana responde, em média, por 59% da proteína que chega ao intestino delgado (CLARK et al., 1992), o que denota a importância do estudo dos mecanismos de síntese protéica bacteriana e dos fatores a eles relacionados (NOCEK e RUSSELL, 1988).

Segundo NOLAN (1993), a composição das células microbianas é relativamente constante, exceto pelo conteúdo de polissacarídeos, que é mais variá-

¹ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor financiada pela FAPEMIG e pelo CNPq.

² Professor da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. E.mail: hluis@elo.com.br

³ Professor da Universidade Federal de Viçosa - UFV. E.mail: scvfilho@mail.ufv.br; mpaulino@mail.ufv.br; rilene@mail.ufv.br

⁴ Professor da Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF. E.mail: jcoelho@uenf.br

⁵ Estudante de Doutorado da Universidade Federal de Viçosa - UFV.

⁶ Bolsista de Iniciação Científica.

vel. Entretanto, CLARK et al. (1992) verificaram variações nos dados de literatura sobre a composição das bactérias, destacando valores médios de 77,5% para matéria orgânica (MO), 7,71% para nitrogênio (N), 7,28% para RNA-purinas e 13,7% para a relação N-RNA:N-purina. Da mesma forma, VALADARES FILHO (1995) relatou valores médios obtidos de 10 experimentos, de 84,6; 7,1; 8,6; e 17,6%, respectivamente, para MO, N, RNA-purinas e relação N-RNA:N-purina.

A quantificação da PB microbiana que chega ao ID pode ser obtida por meio do conhecimento da eficiência de síntese microbiana (VALADARES FILHO, 1995), definida como a proporção de substrato energético que é fixado como célula microbiana (DEHORITY, 1995). O NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1996) expressa a eficiência de síntese microbiana como produção de proteína bruta microbiana (Pbmic), em função dos nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos, e admite o valor médio de 13 g Pbmic/100g NDT como boa estimativa. O CNCPS expressa a eficiência microbiana em grama de MS microbiana (gMSbac) por grama de carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), em razão destes serem as fontes primárias de energia para o crescimento microbiano (RUSSELL et al., 1992). O AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC (1993), por sua vez, expressa essa eficiência em grama de PB microbiana por MJ de energia metabolizável fermentada no rúmen.

O crescimento microbiano no rúmen é influenciado pela interação de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais (HOOVER e STOKES, 1991). A disponibilidade energética é apontada como fator limitante para o crescimento microbiano, podendo a manipulação da dieta, por meio da alteração nas proporções de volumoso e concentrado, aumentar a quantidade de MO fermentada e, conseqüentemente, a síntese protéica, quando há maior suprimento de energia (CLARK et al., 1992). A disponibilidade de energia para o crescimento microbiano depende da composição da dieta e da extensão da fermentação ruminal da mesma, que é, em primeiro momento, dependente da quantidade de carboidratos (CHO) rapidamente fermentados, como açúcares, amido e pectina, e, posteriormente, da quantidade e composição dos componentes da parede celular (HOOVER e STOKES, 1991).

CECAVA et al. (1988), fornecendo para novilhos rações contendo dois níveis de energia (2,17 e 2,71 Mcal EM/kg MS), verificaram que o N microbiano representou 51 e 72% do N não-amoniacal, quando

os animais foram alimentados com dietas à base de feno e silagem de milho, respectivamente, atribuindo este comportamento à maior proporção de carboidratos facilmente fermentáveis nas dietas à base de silagem de milho.

Os microrganismos ruminais são agrupados pelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) em duas categorias; os microrganismos que fermentam carboidratos estruturais têm crescimento lento e utilizam apenas amônia como fonte de nitrogênio e os que fermentam carboidratos não-estruturais têm crescimento mais rápido e utilizam tanto amônia como peptídeos e aminoácidos como fonte de nitrogênio, além de produzirem amônia (RUSSELL et al., 1992).

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen é, portanto, indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). Segundo STERN e HOOVER (1979), para variadas situações, 40 a 100% do nitrogênio microbiano podem ser derivados do N amoniacal.

Trabalhos de pesquisa indicam que a otimização do crescimento microbiano e da digestão da MO no rúmen ocorre com concentrações de N amoniacal da ordem de 3,3 a 8,0 mg/dl, respectivamente. Entretanto, são relatadas amplas variações nestas concentrações, associadas às máximas taxas de crescimento microbiano, devido a circunstâncias não claramente definidas, responsáveis por mudanças no ambiente ruminal e ou na microbiota envolvida na produção e utilização desses compostos amoniacais (HOOVER, 1986). O nível ideal de amônia no rúmen depende da disponibilidade ruminal de energia.

O pH e a taxa de renovação são fatores químicos e fisiológicos que influenciam o crescimento microbiano, e ambos são influenciados pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, o manejo alimentar, a quantidade e qualidade da forragem, além da proporção volumoso:concentrado da dieta. A diminuição do pH reduz a degradabilidade de proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora seus efeitos sejam menores sobre a digestão do amido. Redução do pH de 6,5 para 5,5 diminuiu a eficiência de síntese microbiana (HOOVER e STOKES, 1991).

Segundo VAN SOEST (1994), aumentos no consumo proporcionam maior escape de N microbiano e N dietético para o duodeno, possivelmente, em virtude do aumento nas taxas de passagem e diluição. No entanto, incremento apenas nos níveis de consumo de PB resultou em aumento no fluxo de N amoniacal

(NOLAN, 1993) e no escape de PNDR, uma vez que o N microbiano é mais dependente da ingestão de energia (CLARK et al., 1992).

ZINN e OWENS (1983), estudando o efeito do nível de consumo sobre o fluxo de N no trato gastrointestinal (TGI) de novilhos recebendo dieta com 80% de concentrado, verificaram que a eficiência de síntese microbiana aumentou de 18,7 para 24,7 gNmic/kg MODR, quando o nível de consumo passou de 1,2 para 1,8% do PV, em razão do aumento na taxa de diluição ruminal.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de concentrado sobre a eficiência de síntese microbiana, o pH e as concentrações de amônia ruminal, a taxa de passagem e o balanço de compostos nitrogenados em bovinos mestiços F₁ Limousin x Nelore.

Material e Métodos

O local do experimento, os animais, a composição da dieta, os sistemas de alimentação e manejo e o delineamento experimental utilizados foram descritos por DIAS et al. (2000).

A cada período experimental, foram utilizados dez dias para adaptação dos animais à dieta; quatro dias para coleta de fezes e digestas de abomaso e íleo; um dia para coleta de urina; dois dias para coleta de digesta ruminal para determinação da taxa de passagem, quando também, no segundo dia, se procedeu à coleta de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de N-NH₃. Na manhã do 18^o dia, foram efetuadas coletas de digesta ruminal para o isolamento de bactérias.

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas de coletas de 24 horas (VALADARES et al., 1997c), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziam a urina até recipientes plásticos contendo 200 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 10%. Após a coleta, os recipientes contendo urina foram devidamente pesados para determinação do volume total produzido, homogeneizados e, em seguida, foram retiradas alíquotas de 100 mL, aproximadamente, que foram devidamente identificadas e armazenadas a -15°C, para posterior quantificação de compostos nitrogenados.

As coletas de líquido ruminal, visando a determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas imediatamente antes do fornecimento da

dieta e 2; 4; 6; e 8 horas após. Coletaram-se, por intermédio da fístula ruminal, aproximadamente 50 mL de líquido, procedendo-se à imediata determinação do pH em peagâmetro digital. Após a leitura do pH, adicionou-se, a cada amostra, 1 mL de solução de H₂SO₄ 1:1, que foi armazenado a -15°C, para posterior determinação das concentrações de N-NH₃.

A quantificação dos compostos nitrogenados não-amoniacais (NNA) nas digestas de abomaso e íleo foi obtida por diferença entre o nitrogênio total e o N-NH₃, que foi determinado em amostras *in natura* dos líquidos de abomaso e íleo, obtidas após centrifugação do material a 1500 rpm.

As concentrações de N-NH₃ nas amostras do líquido ruminal filtrado e nos fluidos de abomaso e íleo foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por VIEIRA (1980).

As taxas de passagem foram determinadas por intermédio do modelo unicompartmental, sendo que o óxido crômico foi utilizado em uma única dose de 20 g, via fístula ruminal. As amostragens de conteúdo ruminal foram realizadas imediatamente antes do fornecimento do indicador e 3, 6, 9, 12, 24, 36, e 48 horas após. As amostras, acondicionadas em sacos plásticos, foram armazenadas a -15°C para, posteriormente, serem descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa ventilada a 65°C por 72 horas, moídas em moinho com peneira de 1 mm e, finalmente, submetidas às análises para determinação de matéria seca definitiva e cromo, conforme técnica descrita por SILVA (1990).

Para o cálculo das taxas de passagem (k), foi utilizado o modelo $Y = a \cdot e^{-kt}$, em que “Y” é a concentração do indicador no tempo “t” e “a”, a concentração inicial do indicador (CZERKAWSKI, 1986).

No último dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de digesta ruminal, de cada animal, para o isolamento de bactérias, conforme metodologia descrita por CECAVA et al. (1990). O indicador microbiano utilizado para quantificação de microrganismos, nas digestas ruminal e abomasal, foi as bases purinas, cuja determinação seguiu a técnica descrita por USHIDA et al. (1985).

As análises estatísticas do pH ruminal e das concentrações de N-NH₃ foram realizadas por meio da técnica de metodologia de superfície de resposta.

As demais análises químicas e os procedimentos de análises estatísticas utilizados foram realizados conforme metodologia descrita por DIAS et al. (2000).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são demonstrados os valores médios diários de consumo total de compostos nitrogenados (N), fluxos de N totais, amoniacais (N-NH₃) e não-amoniacais (NNA) no abomaso e íleo, N bacteriano no abomaso, excreções fecais e urinárias de N e balanço de N (BN).

Os consumos médios de N, expressos em g/dia e g/kg^{0,75}, elevaram-se linearmente com o aumento nos níveis de concentrado das rações, em razão do aumento de consumo de MS, relatado por DIAS et al. (2000), e das maiores concentrações de PB nas dietas com níveis mais elevados de concentrado.

O aumento no consumo de N ocasionou maiores fluxos de N total, N-NH₃ e NNA no abomaso, que apresentaram comportamento linear crescente com o aumento na proporção de concentrado da dieta.

Os fluxos de N bacteriano não variaram com os níveis de concentrado, apresentando valor médio de 58,98 g/dia. Este comportamento indica que os aumentos lineares nos fluxos de NNA verificados foram atribuídos ao maior escape de proteína dietética não-degradada no rúmen (PNDR). Estes resultados estão de acordo com observações de CLARK et al. (1992), os quais concluíram que aumentos no consumo de MS e PB estão relacionados a incrementos nos fluxos de PNDR para o abomaso, devido ao aumento nas taxas de passagem. Esses autores também afirmaram que os aumentos nos consumos de MS estão relacionados aos maiores fluxos de N bacteriano para o abomaso, o que, entretanto, não foi verificado neste trabalho.

O fluxo de N bacteriano representou, em média, 60,52% do fluxo de NNA abomasal nos diversos tratamentos. Embora não tenham sido verificadas diferenças estatísticas entre tratamentos, na razão

Tabela 1 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r²) para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso e no íleo, excretados nas fezes e na urina, e balanço de compostos nitrogenados (BN)

Table 1 - Means, regression and coefficients of determination for the ingested nitrogen compounds, present in the abomasum and ileum, excreted in the feces and urine, and balance of nitrogen compounds

Item	Nível de concentrado <i>Level of concentrate</i>					Regressão <i>Regression</i>	r ²	CV%
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0			
N ingerido <i>Ingested N</i>								
g/dia	60,36	78,91	90,32	116,30	105,84	$\hat{Y} = 39,003 + 1,027 * X$	0,85	23,33
g/kg ^{0,75}	0,90	1,15	1,37	1,71	1,55	$\hat{Y} = 0,586 + 0,015 * X$	0,84	23,78
N abomaso (g/dia) <i>Abomasum N</i>								
Total	75,62	101,69	111,13	122,97	105,09	$\hat{Y} = 71,211 + 0,642 * X$	0,53	24,87
N-NH ₃	3,99	5,80	6,55	6,50	6,35	$\hat{Y} = 3,665 + 0,043 * X$	0,64	27,57
NNA	71,63	95,90	104,58	116,47	98,73	$\hat{Y} = 67,545 + 0,598 * X$	0,52	25,11
NMic	46,64	57,74	60,77	70,53	59,24	$\hat{Y} = 58,98$		24,16
N íleo (g/dia) <i>Ileum N</i>								
Total	46,15	30,22	39,00	43,06	30,37	$\hat{Y} = 37,76$		42,33
N-NH ₃	4,80	2,72	3,12	2,92	2,70	$\hat{Y} = 3,25$		49,80
NNA	41,35	27,50	35,88	40,14	27,67	$\hat{Y} = 34,51$		42,16
N fezes <i>Fecal N</i>								
g/dia	30,24	39,76	43,82	45,41	34,45	$\hat{Y} = -10,317 + 2,097 ** X - 0,020 ** X^2$	0,95	20,33
g/kg ^{0,75}	0,45	0,58	0,66	0,66	0,50	$\hat{Y} = -0,178 + 0,032 ** X - 0,001 ** X^2$	0,97	21,23
N urina <i>Urine N</i>								
g/dia	36,98	39,82	41,54	46,79	50,97	$\hat{Y} = 29,238 + 0,280 * X$	0,97	21,77
g/kg ^{0,75}	0,55	0,58	0,63	0,69	0,75	$\hat{Y} = 0,440 + 0,004 * X$	0,99	21,05
BN								
g/dia	-6,86	-0,67	4,96	20,41	24,11	$\hat{Y} = -23,336 + 0,634 * X$	0,88	163,60
g/kg ^{0,75}	-0,10	-0,01	0,07	0,36	0,30	$\hat{Y} = -0,346 + 0,009 * X$	0,87	172,90

*e ** Significativo (P<0,05) e (P<0,01), respectivamente, pelo teste t.

* and ** Significant at (P<.05) and (P<.01), respectively, by t test.

com 25% de concentrado, o N bacteriano contribuiu com proporção ligeiramente superior à dos demais tratamentos, representando 65,11% do fluxo de NNA abomasal.

Os fluxos de N total, N-NH₃ e NNA no íleo não foram influenciados pelos níveis de concentrado da ração, mostrando valores médios de 37,76; 3,25; e 34,51 g/dia, respectivamente.

A excreção de N fecal, expressa em g/dia e g/kg^{0,75}, apresentou valores máximos de 44,65 g/dia e 0,67 g/kg^{0,75}, nos níveis estimados de concentrados de 52,43 e 53,33%, respectivamente.

A excreção de N na urina, expressa em g/dia e g/kg^{0,75}, cresceu linearmente com o aumento nos níveis de concentrado nas rações, possivelmente como consequência dos incrementos nos níveis da proteína dietética e do consumo de N, segundo considerações de VAN SOEST (1994).

O balanço de nitrogênio (BN), independente do modo como foi expresso, aumentou com os níveis de concentrado da dieta, demonstrando que o maior aporte de compostos N resultou em maior retenção de N no organismo animal, concordando com os resultados obtidos por VALADARES et al. (1997b). É importante ressaltar que se verificou BN negativo para os tratamentos com 25 e 37,5% de concentrado, o que pode indicar que as exigências protéicas dos animais não foram adequadamente atendidas, ou ocorreram desbalanços de energia e proteína nas dietas, resultando em mobilização de tecidos corporais.

A composição das bactérias ruminais demonstrada na Tabela 2 mostra que a média de 8,53%, obtida para N-total entre os tratamentos, é próxima aos valores de 7,71 e 7,10% de N-total, obtidos a partir de compilação de dados de literatura relatados por CLARK et al. (1992) e VALADARES FILHO (1995), respectivamente. Esses autores citaram valores médios de 13,7 e 17,8% para a relação N-RNA:N-total, os quais são superiores à média de 8,71% obtida no presente trabalho. O valor de 4,42%, obtido para a relação N-RNA:N-total no tratamento com 75% de concentrado, é bastante discrepante da média e dos valores individuais obtidos nos demais tratamentos, o que pode ser atribuído a dificuldades no isolamento das bactérias em amostras com altos níveis de concentrado (LADEIRA, 1998). Dessa forma, em virtude da variação de 12,94 a 4,42% encontrada para a relação N-RNA:N-total nos diferentes tratamentos, decidiu-se usar a relação média obtida para os dois primeiros tratamentos (25,0 e 37,5% de concentrado), de 11,3%, para calcular a produção microbiana em todos os

tratamentos. Esta média também está próxima do valor médio sugerido por CHEN e GOMES (1992), de 11,6%.

Foram verificadas grandes variações entre tratamentos para os valores percentuais dos CHO nas bactérias, concordando com observações de NOLAN (1993), o que pode ser atribuído tanto à contaminação por amido do material isolado, como também ao maior acúmulo deste componente pelos microrganismos, quando são acrescidas maiores proporções de concentrado à dieta dos animais.

A adição de concentrado à dieta dos animais acarretou aumentos lineares nas quantidades de MODR e CHODR, mas não influenciou na produção de MSmic, que apresentou valor médio de 635,27 g/dia (Tabela 3). Estes resultados concordam com os obtidos por LADEIRA (1998), com novilhos Nelore, com relação ao comportamento verificado para a MODR e CHODR, mas discordam com relação à produção de Msmic, que foi influenciada quadraticamente pelos níveis de concentrados da dieta. Esse autor relatou valores, para MODR, CHODR e Msmic, em geral, bem superiores aos observados neste trabalho, o que pode ser atribuído aos maiores níveis de consumo de MS dos animais, tanto em %PV, quanto em g/kg^{0,75}.

Tabela 2 - Valores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE) e N do ácido ribonucléico (N-NRA) e relação N-RNA:N-total das bactérias isoladas do rúmen

Table 2 - Average values of dry matter (DM), organic matter (OM), total carbohydrates (CHO), ether extract (EE) and N of ribonucleic acid (N-NRA) and ratio N-RNA:total N of isolated bacteria in the rumen

	Nível de concentrado				
	Level of concentrate				
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0
MS	94,61	96,85	97,25	94,82	95,61
DM					
MO ¹	90,63	93,91	94,98	93,99	92,14
OM					
CHO ¹	18,65	18,11	32,64	33,38	43,61
CHO					
EE ¹	15,42	16,30	7,84	6,42	6,65
EE					
N-Total ¹	9,05	9,52	8,72	8,67	6,70
Total N					
N-RNA ¹	1,17	0,92	0,78	0,65	0,30
N-RNA					
N-RNA:N-Total ¹	12,94	9,66	9,01	7,54	4,42
N-RNA:N-Total					

¹ Porcentagem da MS.
DM percentage.

Tabela 3 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r^2) para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), matéria seca microbiana (MSmic) presente no abomaso e eficiência microbiana, expressa em g Nmic/kg MODR (1), g Nmic/kg CHODR (2), g MSmic/kg CHODR (3) e g PBmic/100 g NDT (4)

Table 3 - Means, regression and coefficients of determination for organic matter degraded in the rumen (OMDR), total carbohydrates degraded in the rumen (CHODR), microbial organic matter (micDM) present in the abomasum and microbial efficiency, express in g Nmic/kg MODR (1), g Nmic/kg CHODR (2), g MSmic/kg CHODR (3) and g PBmic/100 g NDT (4)

Item	Nível de concentrado <i>Level of concentrate</i>					Regressão <i>Regression</i>	r^2	CV%
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0			
MODR ⁵	1,32	1,62	1,60	2,02	1,91	$\hat{Y} = 1,064 + 0,013^{**}X$	0,81	17,75
CHODR ⁵	1,44	1,80	1,76	2,01	1,88	$\hat{Y} = 1,339 + 0,009^*X$	0,66	16,44
MSmic ⁶	502,37	621,89	654,50	759,58	638,01	$\hat{Y} = 635,27$		24,16
1	35,80	36,19	37,89	34,79	31,18	$\hat{Y} = 35,17$		15,35
2	32,69	32,13	34,24	34,80	31,21	$\hat{Y} = 33,01$		12,24
3	352,06	346,00	368,79	375,29	336,16	$\hat{Y} = 355,66$		12,21
4	17,19	15,96	15,48	14,04	11,91	$\hat{Y} = 19,905 - 0,100^{**}X$	0,95	18,46

* e ** Significativo ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$), respectivamente, pelo teste t.

* and ** Significant at ($P < 0,05$) and ($P < 0,01$), respectively, by t test.

⁵ kg/dia (kg/day).

⁶ g/dia (g/day).

Embora a manipulação das proporções de volumosos e concentrados da dieta seja apontada como forma de maximizar a eficiência de síntese microbiana (CLARK et al., 1992), não foram verificadas diferenças estatísticas entre tratamentos, quando a mesma foi expressa em gNmic/kg MODR, gNmic/kg CHODR ou MSmic/kg CHODR, cujos valores médios foram de 35,17; 33,01; e 355,66, respectivamente (Tabela 3). BERCHIELLI (1994) também não encontrou efeito da adição de concentrado sobre a eficiência de síntese microbiana, estimada por meio de bases purinas, relatando valores médios de 16,01 gNmic/kg MODR e 29,25 gNmic/kg CHODR.

A eficiência de síntese de 33,01 gNmic/kg CHODR foi bastante similar ao valor médio de 33,4 gNmic/kg CHODR relatado por VALADARES FILHO (1995), obtido a partir de nove trabalhos de pesquisa desenvolvidos no país. Entretanto, a eficiência de síntese de 355,66 g MSmic/kg CHODR foi inferior à considerada pelo CNCPS, de 400 g MSmic/kg CHODR, descrito por RUSSELL et al. (1992).

A eficiência de síntese microbiana, quando expressa em g PBmic/100g NDT, decresceu linearmente com a elevação nos níveis de concentrado (Tabela 3). Estes resultados são contraditórios às considerações do NRC (1996), que, embora considere o valor fixo de 13 g PBmic/100g NDT, admite que possam ocorrer variações, como aumentos na eficiência de síntese, com o incremento no consumo de

NDT, devido a maiores taxas de passagem. Por outro lado, enquadram-se nas observações de SNIFFEN e ROBINSON (1987), os quais afirmaram que o crescimento microbiano máximo é atingido com 70% de volumoso, devido às melhores condições de pH, taxa de renovação e condições para a colonização. Os valores encontrados foram, em geral, superiores ao valor admitido pelo NRC (1996), que é de 13 g PBmic/100g NDT, excetuando-se o tratamento com 75% de concentrado, que apresentou valor ligeiramente inferior.

Na Figura 1, são demonstradas as estimativas do pH do líquido ruminal, em função dos tempos de coleta das amostras, para os cinco níveis de concentrado. Verificou-se redução linear nos valores de pH do momento do fornecimento da alimentação até 8 horas após, devido, provavelmente, à intensificação do processo de fermentação pós-prandial e ao consequente aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV).

Constatou-se, também, efeito dos níveis de concentrado sobre o pH do líquido ruminal, que decresceu linearmente, quando estes níveis variaram de 25 a 75%, independente do horário de coleta. Do mesmo modo, CECAVA et al. (1991) verificaram redução do pH ruminal de 6,10 para 5,86, quando forneceram níveis alto e baixo de fibra para novilhos, sendo este comportamento reflexo da substituição progressiva da FDN por CHO mais solúveis, cuja taxa de fermentação é mais rápida.

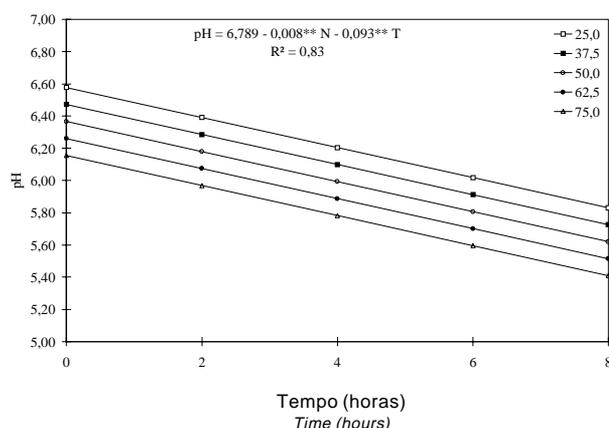
As variações do pH do líquido ruminal mostraram valores estimados máximo de 6,59 para dietas com 25% de concentrado, no tempo que antecedeu o fornecimento da ração, e mínimo de 5,44 para dietas com 75% de concentrado, oito horas após o fornecimento da alimentação. Os baixos valores de pH observados provocaram acidose ruminal em alguns animais alimentados com ração contendo 75% de concentrado, embora não tenham sido verificados efeitos sobre a eficiência de síntese microbiana ou sobre a digestibilidade ruminal da FDN, que, segundo HOOVER (1986), poderia ser comprometida com pH inferior a 6,2.

Na Figura 2, são demonstrados o modelo estatístico e os valores estimados para as concentrações de amônia (N-NH₃) no líquido ruminal, expressas em mg/100mL, em função dos tempos de coleta, para os cinco níveis de concentrado. As concentrações de N-NH₃ apresentaram aumentos lineares com a elevação nas proporções de concentrado da ração. Em razão de as dietas terem sido formuladas buscando-se a sincronização da degradação de carboidratos e proteínas, esperava-se que as concentrações de N-NH₃ não variassem com o aumento nos níveis de concentrados ou energia, porém a resposta contrária ocorreu, possivelmente, em virtude do aumento nas concentrações de PB das rações, relatado por DIAS et al. (2000). Comportamento semelhante para as

variações nas concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal foi obtido por VALADARES et al. (1997b), os quais forneceram níveis de PB que variaram de 7,0 a 14,5% na dieta de bovinos.

As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas quadraticamente pelos tempos de coleta, sendo máximas 2,92 horas após o fornecimento das rações, independente dos níveis de concentrados. Os resultados são semelhantes aos observados por CARVALHO et al. (1997). As concentrações máximas estimadas foram de 12,47; 14,82; 17,17; 19,52; e 21,87 mg N-NH₃/100 mL, para as rações com 25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrado, respectivamente. Estas estimativas foram inferiores às relatadas por LADEIRA (1998), para níveis similares de concentrado, o que pode estar relacionado à menor degradabilidade da proteína dietética, à pronta disponibilidade de carboidratos para a síntese protéica (HOOVER e STOKES, 1991) ou, ainda, aos baixos valores de pH ruminal observados, que tendem a reduzir a atividade proteolítica e a capacidade das bactérias de deaminar os aminoácidos, reduzindo a produção ruminal de N-NH₃ (LANA et al., 1998).

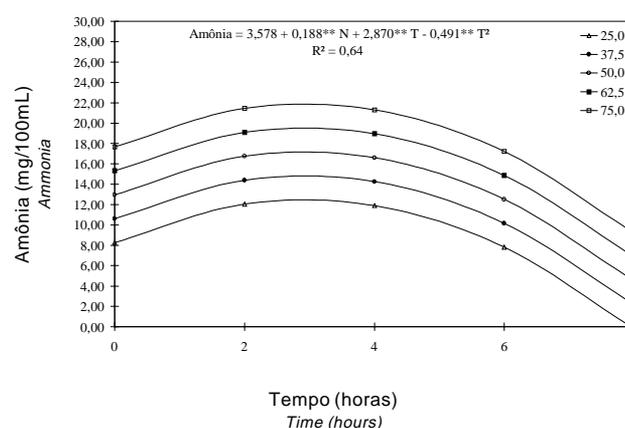
As concentrações de N-NH₃, observadas para os tratamentos nos diferentes tempos, foram superiores aos valores mínimos de 3,3 e 8,0 mg/100 mL, sugeridos por HOOVER (1986) como necessários para



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.
** Significant at 1% of probability by t test.

Figura 1 - Estimativas do pH do líquido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta, para cada nível de concentrado (N) na dieta.

Figure 1 - Estimates of ruminal liquid pH, in function of times (T) of collect, for each level of concentrate (N) in the diet.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.
** Significant at 1% of probability by t test.

Figura 2 - Estimativas das concentrações de amônia do líquido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta, para cada nível de concentrado (N) na dieta.

Figure 2 - Estimates of ruminal fluid ammonia concentrations, in function of times (T) of collect, for each level of concentrate (N) in the diet.

adequados crescimento microbiano e digestão da MO no rúmen, respectivamente.

As rações com 25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrado apresentaram taxas de passagem da ordem de 0,065; 0,081; 0,064; 0,049; e 0,046.h⁻¹, respectivamente. POORE et al. (1990) também verificaram aumento e posterior redução nas taxas de passagem de volumoso, quando o nível de concentrado da dieta foi elevado de 30 para 60% e de 60 para 90%, mas não constataram o mesmo comportamento para a taxa de passagem de cereais. Segundo esses autores, a adição de concentrado produz mais efeitos sobre as taxas de passagem de volumosos de baixa qualidade que sobre os de alta qualidade ou de concentrados. De modo diferente, CARVALHO et al. (1997) relataram taxa de passagem média de 0,035.h⁻¹, não tendo verificado grande variação, ao adicionarem concentrado à dieta de zebuínos, atribuindo este comportamento ao elevado teor de fibra e à baixa qualidade do volumoso utilizado. BERCHIELLI (1994), testando dietas à base de feno de capim *coast-cross* e três níveis de concentrado (20, 40 e 80%), não constatou efeito da adição de concentrado, obtendo taxa de passagem média de 0,083.h⁻¹.

A relação entre a taxa de passagem (Kp %) e os níveis de concentrado foi avaliada por meio da seguinte equação de regressão: $Kp (\%) = 5,300 + 0,108 C - 0,001 C^2$ ($r^2 = 0,73$), em que C é o nível de concentrado na ração em porcentagem. Por esta equação, a taxa de passagem estimada máxima de 0,082 h⁻¹ foi obtida com 54% de concentrado na dieta. Vale ressaltar que os coeficientes linear e quadrático dessa equação só seriam significativos em nível de 30,18 e 22,41% de probabilidade, respectivamente.

Conclusões

A eficiência de síntese microbiana não foi influenciada pela adição de concentrado nas rações, quando expressa em N_{mic}/kg MODR, g N_{mic}/kg CHODR e MS_{mic}/kg CHODR.

O pH do fluido ruminal decresceu linearmente com o aumento dos níveis de concentrado nas rações.

As concentrações de amônia no líquido ruminal cresceram linearmente com aumento nos níveis de concentrado, sendo o valor máximo estimado às 2,92 horas após alimentação.

A adição de concentrado nas rações proporcionou maior retenção de compostos nitrogenados no corpo do animal.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford. 159p.
- BERCHIELLI, T.T. *Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento*. Belo Horizonte MG: UFMG, 1994. 104 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 1997. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminais de amônia e pH, taxa de passagem de digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. *R. Bras. Zootec.*, 26(5):1016-1024.
- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., BERGER, L.L. et al. 1988. Effects of dietary energy level and protein source on site of digestion and duodenal nitrogen and amino acid flows in steers. *J. Anim. Sci.*, 66:961-974.
- 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.*, 69:2230-2243.
- 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.*, 73:2480-2488.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details*. Occasional publication. Bucksburnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute, 2p.
- 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.*, 75:2304-2323.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Editora Livrocere. 380p.
- CZERKAWSKI, J.W. 1986. *An introduction to rumen studies*. New York: Pergamon International Library. p.31-44.
- DEHORITY, B.A. Methodology for measuring microbial growth in the rumen. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa: DZO, 1995, p.121-138.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 2000. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *Rev. bras. zootec.*, 29(2):545-554.
- HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69:2755-2766.
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, 74:3630-3644.
- LADEIRA, M.M. *Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos nelore*. Viçosa MG: UFV, 1998, 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- LANA, R.P., RUSSELL, J.B., VAN AMBURGH, M.E. 1996. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. *J. Anim. Sci.*, 76:2190-2196.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7 ed. Washington D. C. 242p.
- NOCEK, J.E., RUSSELL, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, 71:2070-2107.
- NOLAN, J.V. 1993. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Wallingford: Cambridge University Press. p.123-144.
- POORE, M.N., MOORE, J.A., SWINGLE, R.S. 1990. Differential passage rates and digestion of neutral fiber from grain and forages in 30, 60, and 90% concentrate diets fed to steers. *J. Anim. Sci.*, 68:2965-2973.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70:3551-3561.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, Impr. Univ. 165p.
- SNIFFEN, C.J., ROBINSON, P.H. 1987. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *J. Dairy Sci.*, 70:425-441.
- STERN, M.D., HOOVER, W.H. 1979. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. *J. Anim. Sci.*, 49:1590-1603.
- USHIDA, K., LASSALAS, B., JONANY, J.P. 1985. Determination of assay parameters for RNA analysis and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Develop.*, 25(6):1037-1046.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa: DZO, 1995. p.355-388.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997a. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumos, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1259-1263.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997b. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. PH, amônia e eficiência microbiana. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1264-1269.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997c. Metodologia de coleta de urina em vacas utilizando sondas de Folley. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1279-1282.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Constock Publishing Associates. 476p.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes*. Viçosa MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ZINN, R.A., OWENS, F.N. 1983. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. *J. Anim. Sci.*, 56:471-475.

Recebido em: 02/03/99

Aceito em: 16/09/99