

Características Ruminais e Eficiência de Síntese Microbiana em Novilhos Alimentados com Cama de Frango e Suplemento à Base de Microbiota Ruminal Liofilizada¹

Ronaldo Lopes Oliveira², José Carlos Pereira³, Paulo Roberto de Carvalho e Silva², Ricardo Frederico Euclides⁴

RESUMO - O experimento foi realizado para avaliar o efeito de dois níveis de cama de frango (15,0 e 30,0%), associada ou não a um suplemento à base de microbiota ruminal liofilizada de bovinos adultos (0 e 10 g/anim.dia), na alimentação de novilhos Holandês/Zebu. Quatro novilhos fistulados no rúmen e abomaso foram distribuídos em quadrado latino 4 x 4 em arranjo fatorial 2 x 2 (nível de cama de frango x com ou sem microbiota ruminal), alimentados à vontade e individualmente. Composição microbiana, eficiência de síntese microbiana, pH e concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen foram avaliados. O nível de 30,0% de cama de frango nas dietas de novilhos não influenciou a composição dos microrganismos ruminais, a eficiência de síntese microbiana e o pH ruminal. Maiores concentrações médias de N-NH₃ ruminal foram observadas em animais submetidos a dietas com 30% de cama de frango. A ingestão diária de 10 g do suplemento à base de microbiota ruminal por animal não influenciou na composição dos microrganismos ruminais, na eficiência de síntese, no pH ruminal e na concentração de amônia no rúmen.

Palavras-chave: composição microbiana, eficiência microbiana, ruminal N-NH₃ ruminal e pH, cama de frango, microbiota

Ruminal Characteristics and Microbial Synthesis in Steers Fed Broiler Litter and Supplement Based on Lyophilized Ruminal Microbiota

ABSTRACT - The experiment was carried out to evaluate the effect of different levels of broiler litter (15 and 30%), associated or not to a supplement based on bovine lyophilized ruminal microbiota (0 and 10 g/anim.day), in Holstein/Zebu steers feeding. Four steers fistulated in the rumen and abomasum were allotted to a 4 x 4 latin square in a 2 x 2 factorial arrangement (level of broiler litter x with or without ruminal microbiota), full fed individually. The ruminal microorganisms composition, efficiency of microbial synthesis, ruminal pH and N-NH₃ ruminal concentration were evaluated. The level of 30.0% of broiler litter in the steers diets did not affect the composition of ruminal microorganisms, the efficiency of microbial synthesis and ruminal pH. Higher concentration means of ruminal N-NH₃ were observed in animals fed diets with 30.0% of broiler litter. The daily intake of 10 g of the supplement based on ruminal microbiota by the animals did not affect the composition of ruminal microorganisms, efficiency of microbial synthesis, ruminal pH and N-NH₃.

Key Words: microorganisms composition, microbial efficiency, ruminal N-NH₃ and pH, broiler litter, microbiota

Introdução

A cama de frango tem sido amplamente empregada como fonte de nitrogênio para ruminantes, pois é rica em ácido úrico, resultante do metabolismo de nitrogênio nas aves, e tem custo relativamente baixo. O ácido úrico, segundo OLTJEN et al. (1968), é utilizado pelos microrganismos ruminais mais lentamente que a uréia, o que resulta em utilização mais eficiente do N pelos ruminantes.

Normalmente, para se estimar o fluxo de compostos nitrogenados microbianos para o intestino *in vivo*, utilizam-se animais fistulados no rúmen e no abomaso ou duodeno. Esse método baseia-se no fluxo de

digesta e no uso de indicadores microbianos, sendo sua acurácia influenciada pelas proporções relativas de bactérias e protozoários no rúmen, bem como pelo indicador utilizado e pela coleta representativa da fase líquida e sólida (ARIELI et al., 1989).

Entre os indicadores microbianos, as bases purínicas destacam-se em razão de sua análise ser mais simples e rápida que a maioria dos outros processos (CALSAMIGLIA et al., 1996). Entretanto, a relação N-purínico/N-total das bactérias pode mudar com o tempo após a alimentação (CECAVA et al., 1990), entre os microrganismos associados à fase líquida e à fase sólida (MERRY e McALLAN, 1983), ou devido à presença de bases purínicas

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Pesquisa financiada pelo CNPq.

² Zootecnista, Estudante de Doutorado, DZO/UFV. Email: ronaldo@alunos.ufv.br.

³ Professor Titular, DZO/UFV. Bolsista do CNPq. Email: jeaper@mail.ufv.br.

⁴ Professor Adjunto, DZO/UFV.

remanescentes da dieta (SMITH et al., 1978).

A composição dos microrganismos do rúmen varia conforme a fase do crescimento microbiano, a disponibilidade de nutrientes e o tipo de microrganismo (National Research Council - NRC 1985). CECAVA et al. (1990) afirmam que esta variação também ocorre de acordo com o horário em que a amostragem é feita. Há grande variação descrita na literatura, sendo provavelmente atribuída a diferenças entre as técnicas utilizadas para isolar os microrganismos e, ou, medir sua composição, além de diferenças entre espécies relacionadas ao perfil da dieta.

O ARC (1984) considera, como valor médio para eficiência de síntese microbiana, 32 g de N microbiano (N-MIC)/kg MO aparentemente digerida no rúmen (MOADR). DUTRA (1996), revisando diversos trabalhos, encontrou variações da ordem de 12,32 a 69,20 g N-MIC/kg MOADR.

O pH do rúmen normalmente varia de 5,5 a 7,0 (NRC, 1985), segundo a natureza da dieta, o tempo ocorrido após a ingestão de alimento, a frequência de alimentação e o tempo e método de amostragem do líquido ruminal. As flutuações do pH no rúmen refletem mudanças nas quantidades de ácidos graxos voláteis e de saliva produzidos (CHURCH, 1988).

O rúmen é bem tamponado pela saliva, porém, se a quantidade de fibra for baixa e, ou, a taxa de fermentação dos carboidratos for rápida, o pH provavelmente declinará (RUSSELL et al., 1992). COELHO DA SILVA e LEÃO (1979) também comentam que, quando dietas mais ricas em volumosos são administradas aos ruminantes, se verifica pH ruminal mais elevado, enquanto, quando os animais consomem dietas com maior proporção de concentrado ou alimentos finamente moídos, o pH do rúmen é mais baixo.

Os processos básicos que dão origem à amônia ruminal são a degradação da proteína da dieta, a hidrólise do NNP dietético, a uréia reciclada no rúmen e a degradação de células microbianas. A remoção da amônia do meio ruminal ocorre por incorporação em microrganismos (síntese de proteína microbiana) e por absorção pela parede ruminal e, ou, pelo fluxo para o abomaso e intestinos (OWENS e BERGEN, 1983).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de cama de frango, associada ou não a um suplemento à base de microbiota ruminal liofilizada de bovinos adultos, sobre a composição e a eficiência de síntese microbiana, o pH e a concentração de N-NH₃ no rúmen de novilhos holandês/zebu.

Material e Métodos

Os animais, os tratamentos, o local e as condições experimentais e de alimentação são os mesmos descritas por OLIVEIRA et al. (1999).

Para as análises de pH e N-NH₃ ruminal, adotou-se o esquema de parcelas subdivididas, no qual os animais foram as parcelas e o tempo, as subparcelas. Para estes parâmetros, também foram ajustadas equações de regressão, em função do tempo, e os valores médios e mínimos foram comparados utilizando o teste F a 5% de probabilidade.

Os dados experimentais foram analisados utilizando-se o programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1995).

Do 17^o ao 18^o dia de cada período e nos tempos 0; 2; 4; 6; 12; e 24 horas após o arrazoamento da manhã, foram coletadas amostras de 100 mL de líquido ruminal, filtradas em tecido de gaze de algodão duplo, determinando-se imediatamente o pH. Em seguida, na mesma amostra, foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico a 50%, e esta foi congelada a -10°C para posterior análise de N-NH₃.

As amostras de digesta ruminal foram coletadas no 19^o dia, em cada período experimental, no volume aproximado de 1500 mL por animal. Adicionaram-se 500 mL de solução fisiológica, homogeneizadas por um minuto, para isolamento dos microrganismos ruminais, sendo as amostras filtradas em tecido de gaze, conforme CECAVA et al. (1990).

As bases purínicas foram determinadas pelas mesmas amostras de digesta abomasal utilizadas na determinação das digestibilidades (OLIVEIRA et al., 1999). As bases purínicas foram utilizadas como indicadoras para a estimativa da síntese de proteína microbiana, conforme metodologia proposta por ZINN e OWENS (1976) e USHIDA et al. (1985).

O fluxo de MS microbiana para o abomaso foi calculado em função do fluxo de MS e o fluxo de PB microbiana, da seguinte maneira:

$$\text{Fluxo PB}_{\text{mic}} = \frac{N_{\text{RNA}} \text{ no abomaso}}{(N_{\text{RNA}}/N_{\text{total}} \text{ no microrganismo ruminal})} \times 6,25$$

Resultados e Discussão

Os resultados relativos à composição química dos microrganismos ruminais estão descritos na Tabela 1. Estes dados não foram tratados estatisticamente, porque as amostras de líquido ruminal coletadas em cada

um dos quatro períodos foram misturadas de modo a formarem amostras compostas por tratamento, obtendo assim apenas uma repetição para cada. Isto foi feito com o intuito de conseguir massa microbiana suficiente para determinar o teor de bases purínicas. Pode-se observar que a composição química dos microrganismos ruminais permaneceu praticamente constante.

Há grande variação na composição química dos microrganismos ruminais descrita na literatura. Esta variação, provavelmente, é atribuída a diferenças entre as técnicas utilizadas para isolar os mesmos e, ou, medir sua composição, além de diferenças entre espécies relacionadas ao perfil da dieta. CLARK et al. (1992), em trabalho de revisão, descreveram variações na composição microbiana para MO, N-total, RNA, N-RNA e N-RNA/N-Total da ordem de 60,8 a 92,2%; 4,83 a 10,58%; 2,4 a 13,02%; 0,35 a 1,89; e 7,25 a 17,86%, respectivamente. Em virtude dessa grande variação, esses autores não recomendam a utilização de valores médios da literatura para estimar fluxo de MS e N microbianos para o abomaso. Os valores relativos à composição química encontrados neste trabalho apresentaram-se dentro da amplitude descrita por esses autores.

Os teores médios de MO (87,58%), N (6,17%) e EE (6,57%) estão abaixo dos valores descritos pelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), que considera 95,6; 10,0; e 12,0%, respectivamente (RUSSELL et al., 1992). Os altos teores de cinza freqüentemente observados em análises de

microbiota ruminal podem ser causados por contaminação com solução salina utilizada no processo de isolamento (VALADARES FILHO, 1995).

ONRC (1985) considera que a microbiota ruminal contém, em média, 7% de EE, valor próximo ao observado nesta pesquisa (6,57%). VALADARES FILHO (1990), revisando trabalhos conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, observou variações de 4,6 a 7,6% de EE na MS.

Os valores de N-RNA/N-Total, observados por VALADARES FILHO (1990), MALAFAIA (1995), CARVALHO (1996) e DUTRA (1996), foram 17,6; 18,0; 15,1; e 15,3%, respectivamente, permanecendo acima do encontrado neste trabalho.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes à síntese de compostos nitrogenados microbianos e suas respectivas eficiências para os quatro tratamentos. Como pode ser observado, não houve efeito tanto para os níveis de cama de frango quanto para os níveis de suplemento sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência de síntese destes compostos.

O valor encontrado neste trabalho para a eficiência de síntese microbiana (49 g N-MIC/kg MOADR) é maior que o valor médio de 32 g N-MIC/kg MOADR descrito pelo Agricultura Research Council - ARC (1984), porém está dentro da amplitude observada por DUTRA (1996), que, revisando trabalhos na literatura, encontrou variação da ordem de 12,32 a 69,20 g N-MIC/kg MOADR.

Tabela 1 - Teor médio de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), N-total, extrato etéreo (EE), RNA, N-RNA e relação N-RNA/N-total dos microrganismos ruminais
Table 1 - Average dry matter (DM), organic matter (OM), total-N, ether extract (EE), RNA, RNA-N content and RNA-N/total-N for ruminal microorganisms

Item	Tratamento				Média Mean
	Nível de cama de frango (%MS)		Nível de suplemento (g/anim.d)		
	Broiler litter level (%DM)		Supplement level (g/animal•day)		
	15	30	0	10	
MS (%)	95,10	94,74	95,23	94,61	94,92
DM					
MO (%MS)	87,79	87,36	87,50	87,65	87,58
OM (%DM)					
N-total (%MS)	6,16	6,16	6,16	6,18	6,17
Total-N					
EE (%MS)	5,90	7,23	6,25	6,88	6,57
RNA (%MS)	3,86	3,34	3,58	3,61	3,60
N-RNA (%MS)	0,49	0,56	0,52	0,53	0,53
RNA-N					
N-RNA/N-Total (%)	7,95	9,09	8,44	8,58	8,52
RNA-N/Total-N					
%MS (%DM).					

Tabela 2 - Eficiência de síntese microbiana expressa em gramas de compostos nitrogenados microbianos (N-MIC) por kg de matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen (g N-MIC/kg MOADR) e em gramas de matéria seca microbiana por grama de MOADR (g MS-MIC/g MOADR)

Table 2 - Efficiency of microbial synthesis expressed as g of nitrogen compounds by kg of rumen apparently digestible organic matter (g MIC-N/kg RADOM) and as g of microbial DM by g of RADOM (g MIC-DM/g RADOM)

Item	Tratamento Treatment			
	Nível de cama de frango (%MS) Broiler litter level (%DM)		Nível de suplemento (g/anim.dia) Supplement level	
	15	30	0	10
N-MIC/MOADR MIC-N/RADOM	49,23	48,87	50,16	47,94
MS-MIC/MOADR MIC-DM/RADOM	0,80	0,79	0,81	0,78

Os valores encontrados neste trabalho estão acima da média descrita na literatura, sugerindo que a qualidade da dieta foi satisfatória, permitindo adequada incorporação dos nutrientes em na massa microbiana no rúmen. Isto é confirmado quando se observam as concentrações médias de N-NH₃ no rúmen, que se apresentaram acima do nível mínimo recomendado por SATTER e SLYTER (1974), para permitir a máxima taxa de crescimento microbiano.

CLARK et al. (1992) afirmam que o teor de MOADR é boa indicação da eficiência de síntese microbiana. Entretanto, outros fatores, como a quantidade e proporção de outros nutrientes na dieta, a sincronização da degradação dos nutrientes, de forma a suprir as exigências para crescimento dos microrganismos no decorrer do dia, e as condições ambientais no rúmen, podem influenciar a quantidade de massa microbiana fluindo para o intestino. A eficiência de síntese está relacionada à porcentagem de volumoso da ração, pois dietas com alto teor de concentrado não permitem crescimento microbiano eficiente, devido à fermentação não-sincronizada (proteína:carboidrato). Crescimento microbiano máximo ocorre com cerca de 70% de volumoso na ração, entretanto, para proporções mais altas de volumoso, ocorre depressão na produção microbiana, provavelmente refletindo altas reciclagens microbianas no rúmen e crescimento microbiano mais lento, resultante de maior quantidade de energia desviada para manutenção dos microrganismos (SNIFFEN e ROBINSON, 1987). Esta discussão vai ao encontro da colocação de VAN SOEST (1994), o qual afirma que, com maior proporção de volumoso, ocorre maior fluxo de saliva, manutenção do pH, melhora na capacidade de troca catiônica, melhora na hidratação, na fixação microbiana e na formação de malha, induzindo a tempo de retenção adequado à digestão, e, conseqüentemente, maior crescimento microbiano.

DUTRA (1996), trabalhando com dietas contendo diferentes níveis de fibra, descreveu eficiência de síntese microbiana, em gramas de matéria seca microbiana por grama de MOADR, da ordem de 0,83 para rações contendo, em média, 57% de FDN. Na presente pesquisa o teor médio de FDN de 52% nas dietas e os valores da eficiência de síntese microbiana (em média 0,80 g de MS-BAC por g MOADR) estão próximos aos descritos por DUTRA (1996), indicando boa sincronia entre a liberação de energia oriunda dos carboidratos e a digestão do N, já que a fibra liberaria energia de maneira mais uniforme no decorrer do dia (CLARK et al., 1992; RUSSELL et al., 1992). Entretanto, valores dessa magnitude não são comuns na literatura, pois representam baixa produção de AGV e direcionamento da energia quase que totalmente para produção de massa microbiana.

As equações de regressão ajustadas para as leituras de pH no líquido ruminal, em função do tempo,

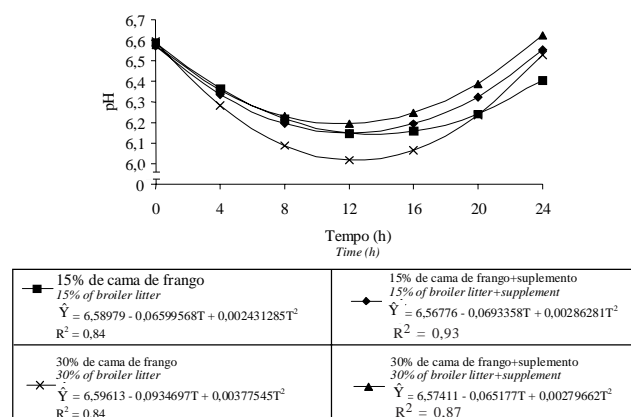


Figura 1 - Estimativa do pH ruminal, em relação ao tempo de amostragem (h), para as diferentes dietas.

Figure 1 - Ruminal pH estimate related to sampling time (h), for the different diets.

para as quatro dietas experimentais, estão descritas e representadas graficamente na Figura 1. Observa-se que o pH ruminal apresentou comportamento quadrático em função do tempo pós-prandial.

As estimativas dos valores mínimos de pH no líquido ruminal para cada dieta experimental constam da Tabela 3. Não houve diferença estatística entre os valores mínimos de pH ruminal para as dietas experimentais. Os pontos mínimos foram verificados no período de $12 \pm 1,5$ h, após a alimentação, e não atingiram níveis críticos que influíssem na fermentação ruminal (MOULD et al., 1983; HOOVER, 1986; SHRIVER et al., 1986; e RUSSELL e WILSON, 1996).

São apresentados na Tabela 4 os valores médios de pH ruminal, em função dos níveis de cama de frango e da administração do suplemento, não se verificando diferença estatística para nenhum dos tratamentos.

CROSS e JENNY (1975) alimentaram novilhas leiteiras com dietas que continham cama de perus e encontraram valores de pH ruminal de 6,80 e 6,60, para 15 e 30% de inclusão na dieta, respectivamente. Esses valores são ligeiramente mais altos que os desta pesquisa, para os mesmos níveis (6,40 e 6,37); entretanto, os valores observados para os dois fatores estudados - cama de frango e suplemento - encon-

tram-se dentro da faixa ideal para atuação das bactérias celulolíticas do rúmen, segundo MOULD et al. (1983), HOOVER (1986), SHRIVER et al. (1986) e RUSSELL e WILSON (1996).

As equações de regressão ajustadas para as concentrações de amônia no líquido ruminal, em função do tempo, para as quatro dietas experimentais, estão descritas e representadas graficamente na Figura 2. Verifica-se que, para os tratamentos que continham 15% de cama de frango, a concentração de amônia apresentou comportamento quadrático em função do tempo pós-prandial. Entretanto, para os tratamentos nos quais os animais receberam 30% de cama de frango, o comportamento foi linear. Esta resposta, provavelmente, não tem sentido biológico, já que as medidas foram feitas no decorrer de 24 horas, podendo ser atribuída a erros experimentais.

As estimativas dos valores mínimos de amônia no líquido ruminal dos animais alimentados com dietas que continham 15% de cama de frangos constam da Tabela 3. Não houve diferença estatística entre as concentrações mínimas de amônia ruminal dos animais alimentados com estas dietas. Os pontos mínimos foram verificados no período de $14 \pm 1,5$ h após a alimentação.

Tabela 3 - Estimativas dos valores mínimos do pH e das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal, em função do tempo após a alimentação (T)

Table 3 - Minimum estimated value of ruminal pH and N-NH₃ concentrations, in function of time after feeding (T)

Item	Tratamento			
	<i>Treatment</i>			
	15% de cama de frango	15% de cama frango+suplemento	30% de cama de frango	30% de cama frango+suplemento
	<i>Broiler litter</i>	<i>Broiler litter+supplement</i>	<i>Broiler litter</i>	<i>Broiler litter+supplement</i>
Tempo (h)	12,11	13,57	11,65	12,38
<i>Time</i>				
pH	6,15	6,14	6,19	6,02
Tempo (h)	13,79	15,06		
<i>Time</i>				
N-NH ₃ (mg/100mL)	1,00	2,37	Linear	Linear

Tabela 4 - Valores médios do pH e das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal, em função do tempo após a alimentação (T)

Table 4 - Average values of ruminal pH and N-NH₃ concentrations, in function of time after feeding (T)

Item	Tratamento			
	<i>Treatment</i>			
	Nível de cama de frango (%MS)		Nível de suplemento (g/anim.dia)	
	<i>Broiler litter level (%DM)</i>		<i>Supplement level</i>	
	15	30	0	10
pH	6,40	6,37	6,38	6,40
N-NH ₃ (mg/100mL)	6,92 ^b	14,20 ^a	10,03	11,03

Conclusões

O nível de cama de frango não influenciou a composição dos microrganismos ruminais, a eficiência de síntese microbiana e o pH ruminal.

Maiores concentrações médias de N-NH₃ ruminal foram observadas em animais submetidos a dietas com 30% de cama de frango.

O uso diário de 10 g do suplemento à base de microbiota ruminal por animal não influenciou a composição dos microrganismos ruminais, a eficiência de síntese, o pH ruminal e a concentração de amônia no rúmen.

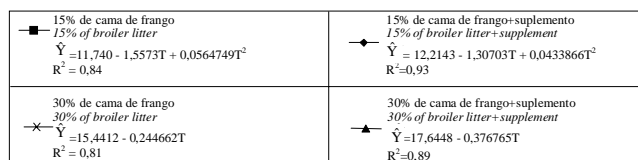


Figura 2 - Estimativa da concentração de N-NH₃ (mg/100 mL de líquido ruminal), em relação ao tempo de amostragem (h), para as diferentes dietas.

Figure 2 - N-NH₃ estimate (mg/100 mL of ruminal liquid) related to sampling time (h), for different diets.

SATTER e SLYTER (1974) verificaram que 5 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal são suficientes para suportar a taxa máxima de crescimento microbiano. Entretanto, de acordo com PRESTON (1986), o nível mínimo de amônia (N-NH₃) ruminal de 5 mg/100 mL parece ser baixo para otimizar a taxa de degradação de substratos fibrosos.

As variações diurnas encontradas na concentração de amônia sugerem que, apesar de em alguns momentos ocorrerem pontos ótimos para o crescimento microbiano, em outros este é limitado pelo déficit de amônia (COPOCK et al., 1976).

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios das concentrações de amônia ruminal, em função dos níveis de cama de frango e de suplemento. Verificou-se que o teor médio de amônia ruminal dos novilhos que receberam 15% de cama de frango foi menor que o observado no líquido ruminal dos animais alimentados com 30% de cama de frango ($P < 0,05$). CROSS e JENNY (1975) encontraram, para novilhas leiteiras, concentrações amoniacaís da ordem de 9,8 e 16 mg/100 mL em dietas com 15 e 30% de cama de peru, respectivamente. Esses valores estão acima dos observados neste trabalho (6,92 e 14,20).

A presença do suplemento não acarretou efeitos sobre a concentração média de N-NH₃ no rúmen. Destaca-se, ainda, que os valores médios observados para os dois fatores (cama de frango e suplemento) estudados se encontram acima do nível mínimo recomendado para permitir máxima taxa de crescimento microbiano (SATTER e SLYTER, 1974).

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. Suppl. 1. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, U. K.
- ARIELI, A., BRUCKENTAL, I., SMOLER, E. 1989. Prediction of duodenal nitrogen supply from degradation or organic and nitrogenous matter in situ. *J. Dairy Sci.*, 72:2532-2539.
- CALSAMIGLIA, S., STERN, M.D., FIRKINS, J.L. 1996. Comparison of Nitrogen-15 and purines as microbial markers in continuous culture. *J. Anim. Sci.*, 74:1375-1381.
- CARVALHO, A.U. *Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- 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.
- CHURCH, D.C. 1988. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Englewood cliffs, O & Books Inc., 564p.
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75:2304-2323.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba, Livrocere. 380p.
- COPOCK, C.E., PEPLAWSKI, M.A., LAKE, G.B. 1976. Effect of urea and efficiency of nitrogen utilization in high producing cows. *J. Dairy. Sci.*, 61:79 (Suppl. 1).
- CROSS, D.L., JENNY, B.F. 1975. Turkey litter silage in ration for dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 59:919-923.
- DUTRA, A.R. *Efeito do nível de fibra e de proteínas com diferentes degradabilidades no rúmen sobre a digestão dos nutrientes e na síntese de compostos nitrogenados bacterianos, em novilhos mestiços*. Viçosa, MG:UFV, 1996, 119p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69:2755-2766.
- MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. Efeito da adição de sebo bovino sobre a concentração de amônia, o pH e a eficiência de síntese microbiana no rúmen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, DF, 1995. *Anais...* Brasília: SBZ: 345-347, 1995.

- MERRY, R.J., McALLAN, A.B. 1983. A comparison of the chemical composition of mixed bacteria harvest from the liquid and solid fractions of rumen digesta. *Br. J. Nutr.*, 50:701-709.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R., MANN, S.O. 1983. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 10:15-30.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1985. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, D. C. 138p.
- OLIVEIRA, R.L., PEREIRA, J.C., SILVA, P.R.C. et al. 1999. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em novilhos alimentados com cama de frango e suplemento à base de microbiota ruminal liofilizada. *Rev. bras. zootec.*, 28(4):831-838.
- OLTJEN, R.R., SLYTER, L.L., KOZAK, A.S. et al. 1968. Evaluation of urea, biuret, urea phosphate and uric acid as NPN sources for cattle. *J. Nutr.*, 94:193-202.
- OWENS, F.N., BERGEN, W.G. 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. *J. Anim. Sci.*, 57:498-518. (Suppl. 2).
- PRESTON, T. R. 1986. *Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines. 2. A practical manual for research workers*. S.1., Food and Agriculture Organization of the United Nations. 154p.
- RUSSELL, J.B., WILSON, D.B. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *J. Dairy Sci.*, 79:1503-1509.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. 1992. A net of carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70:3551-3561.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Br. J. Nutr.*, 32:199-205.
- SHRIVER, B.J., HOOVER, W.H., SARGENT, J.P. et al. 1986. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. *J. Dairy Sci.*, 69:413-419.
- SMITH, R.H., McALLAN, A.B., HEWITT, D.D. et al. 1978. Estimation of amounts of microbial and dietary nitrogen compounds entering the duodenum of cattle. *J. Agric. Sci.*, 90:557-564.
- SNIFFEN, C.J., ROBINSON, H. 1987. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. *J. Dairy Sci.*, 70:425-441.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). *S.A.E.G. (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa, MG, 1995. (Versão 7.0).
- 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. Dévelop.*, 25:1037-1046.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: PEREIRA, J.C. (ed.) *SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES*, Viçosa, MG, 1995. *Anais...* Viçosa: JARD, 355-388, 1995.
- VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., SANT'ANNA, R. et al. 1990. Composição de bactérias ruminais e absorção de aminoácidos microbianos no intestino delgado de novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 19:431-440.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca. 476p.
- ZINN, R.A., OWENS, F.N. 1976. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.*, 66:157-166.

Recebido em: 28/05/98

Aceito em: 25/02/99