

Levedura ou monensina na dieta de bovinos e bubalinos sobre a fermentação ruminal e eficiência microbiana

Lúcia Maria Zeoula, Juliano Ricardo Fontanini Beleze, Emilyn Midori Maeda, Fabiano Luís Simioni*, Luiz Juliano Valério Geron e Luiz Paulo Rigolon

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: flsimioni@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivou-se avaliar o uso da monensina sódica (Rumensin®) e da levedura viva (*Saccharomyces cerevisiae* - Beef - sacc®) sobre a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), amônia e pH ruminal, e eficiência microbiana em bubalinos e bovinos, alimentados com dietas com 50% de concentrado. Foram utilizados três búfalos e três bovinos portadores de cânulas no rúmen e no duodeno, distribuídos em dois quadrados Latinos, com arranjo fatorial 3 x 2. As concentrações de AGCC, amônia e o pH ruminal foram determinados a cada 2h. Os fluxos de digesta e proteína microbiana no duodeno foram determinados, respectivamente, por meio dos indicadores cinza insolúvel em ácido e as bases purinas. Não houve efeito dos aditivos e das espécies para a concentração total de AGCC e do ácido acético, propiônico e butírico. Porém, a adição da monensina e da levedura reduziram a razão acetato/propionato, sendo a monensina mais efetiva em ambas as espécies. Os valores de pH e amônia tiveram efeito somente para espécie e foram maiores nos bubalinos. A eficiência síntese microbiana foi maior nos bovinos, e reduzida pela adição de monensina à dieta. A levedura viva e a monensina modificaram a fermentação ruminal de forma positiva e as espécies apresentaram diferenças quanto aos parâmetros estudados.

Palavras-chave: ácidos graxos de cadeia curta, amônia, ionóforo, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT. Yeast culture or monensin in the diet of cattle and buffalos on ruminal fermentation and microbial efficiency. This study aimed to evaluate the use of sodium monensina (Rumensin®) and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* - Beef - sacc®) on concentration of short chain fatty acids (SCFA), ammonia and ruminal pH, and microbial efficiency in bubaline and bovine, fed diets with 50% concentrate. Three buffalos and three bovines with cannulas on the rumen and duodenum were distributed in two Latin squares, with factorial arrangement 3 x 2. The concentrations of SCFA, ammonia and ruminal pH were determined every two hours. The flow of the digest and microbial protein on duodenum were determined from the utilization of insoluble ashes in acid and the utilization of purine bases as microbial indicator, respectively. The additives and species did not influence the total concentration of SCFA, acetic acids, propionic and butyric, but the addition of yeast culture reduced the acetate/propionate ratio and the monensin reduced on a more effective and similar for the species, which were higher in the bubaline. The syntheses efficiency was higher in bovines, and reduced by the addition of monensin. The yeast culture and monensin on ruminal fermentation changed in a positive way, and the cattle and buffaloes showed differences in the studied parameters.

Keywords: short chain fatty acids, ammonia, ionophore, *Saccharomyces cerevisiae*.

Introdução

Probióticos são microrganismos vivos, que quando adicionados em número suficiente, são capazes de alterar a microbiota do trato digestivo do hospedeiro (ROOK; BURNET, 2005), de uma forma que resulta em melhoria da saúde e da produção. As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) são probióticos que estão ganhando popularidade na produção animal, porque são resistentes, com alta viabilidade sob uma variedade de condições ambientais, e podem ser facilmente

cultiva das (TRIPATHI et al., 2008). As culturas de leveduras podem modificar a fermentação ruminal, principalmente pelo fornecimento de fatores estimulantes do crescimento e metabolismo bacteriano (ácidos dicarboxílicos, principalmente o ácido málico) e pelo consumo do oxigênio do ambiente ruminal (MARTIN; NISBET, 1992). O fornecimento de leveduras tem gerado respostas variadas sobre a fermentação ruminal. Foi demonstrado que a levedura diminuiu a concentração de lactato, e a razão

acetato/propionato, e foi capaz de impedir a queda do pH ruminal (GUEDES et al., 2008).

De outra forma, os antibióticos ionóforos, agem no ambiente ruminal selecionando as bactérias Gram-negativas e, desse modo, modifica a produção de ácidos graxos de cadeia curta, amônia e pH do líquido ruminal (RUSSELL; WALLACE, 1997). Assim, verifica-se diminuição da proporção molar dos ácidos acético e butírico, com consequente redução das perdas de energia por gases e aumento da produção de propionato (McGUFFEY et al., 2001). No entanto, os antibióticos promotores de crescimento vêm sofrendo cada vez mais restrições ao seu uso na alimentação animal. Assim, os produtos naturais podem ganhar mais espaço no mercado, desde que comprovadas as suas funções.

Entretanto, pouco se sabe a respeito dos efeitos dos ionóforos e dos probióticos na fermentação ruminal de búfalos. Pela escassez de informações, às vezes, acaba-se transferindo os conhecimentos obtidos com bovinos para os bubalinos. No entanto, isso parece ser um equívoco, haja vista que, diferenças nos processos de fermentação ruminal de bubalinos e bovinos foram relatadas (KENNEDY, 1995; CALABRO et al., 2004). Bezele et al. (2007) verificaram interações entre bovinos e bubalinos, aditivos alimentar (monensina ou levedura) e a proporção de concentrado na dieta sobre a digestibilidade *in vitro*.

Deste modo, é importante conhecer as particularidades dos processos de fermentação de bubalinos em relação aos bovinos, principalmente quando se incluem modificadores orgânicos ruminiais. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito do monensina e da levedura viva, em rações com 50% de concentrado, sobre a produção de ácidos graxos de cadeia curta, amônia, pH ruminal e eficiência microbiana em bubalinos e bovinos.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Bovinocultura de Corte e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes à Universidade Estadual de Maringá e no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo – Esalq – Piracicaba, Estado de São Paulo.

Foram utilizados três búfalos, castrados, da raça Murrah, com peso corporal (PC) médio de 477 ± 47 kg e três bovinos, castrados, da raça Holandesa, com PC médio de 518 ± 56 kg, portadores de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). Os

animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro.

Os aditivos empregados foram: monensina sódica (Rumensin® - 10% monensina sódica) e o probiótico – levedura (*Saccharomyces cerevisiae* 5×10^6 ufc g^{-1} + 50 mg selênio + 300 mg cromo) – Beef - Sacc®. A adição dos aditivos foi o diferencial entre as três rações experimentais: controle, monensina sódica e levedura.

A ração foi balanceada segundo o NRC (2000) (Tabela 1) e o fornecimento foi restrito a 2% do peso dos animais para diminuir os efeitos do consumo sobre a digestão. A ração foi fornecida aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8h) e à tarde (16h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho. Os aditivos foram adicionados no momento do fornecimento da ração na dosagem individual recomendada pelos fabricantes: 2 g dia^{-1} – Rumensin® (monensina) e 5 g dia^{-1} – levedura. A dosagem foi dividida em duas, metade pela manhã e a outra metade fornecida na alimentação da tarde. Os aditivos eram misturados a uma pequena fração da ração no momento da alimentação e, imediatamente após os animais terem ingerido, era fornecido no cocho o restante da ração previamente pesada, repetindo-se o mesmo procedimento no período da tarde.

Tabela 1. Composição química dos alimentos e da ração experimental.

Alimentos	Composição (% da MS)							
	MS	MO	PB	FDN	FDA	EE	Amido	CIA
Farelo de soja	89,2	94,4	45,4	14,5	7,57	2,33	15,2	-
Milho moído	87,6	99,0	8,84	15,3	3,72	3,42	73,7	-
Silagem de milho	33,8	90,8	7,19	53,3	31,3	2,16	21,0	-
Rumensin®*	90,3	84,2	11,9	17,4	11,0	3,79	34,5	-
Levedura*	92,4	85,7	38,6	2,79	1,20	3,43	3,91	-
Ração Experimental ¹	60,0	93,6	11,2	34,1	17,8	2,66	41,4	0,78

MS= matéria seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, CIA = cinzas insolúveis em ácido. *Monensina sódica - Rumensin®) e levedura + selênio + cromo - Beef sacc®. ¹Composição: 50% de silagem de milho, 40% fubá de milho, 9% de farelo de soja, 1% de suplemento mineral comercial.

Cada período experimental teve duração de 21 dias e, destes, 14 dias foram de adaptação dos animais aos aditivos fornecidos. Durante o período de coleta, foram amostrados 70 mL de fluido via cânula ruminal, nos tempos 0 (que antecede na primeira alimentação) 2, 4, 6 e 8h após a alimentação da manhã. O pH foi medido imediatamente após cada coleta utilizando um potenciômetro digital portátil e, 50 mL de fluido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para determinações das concentrações de amônia e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

As concentrações de amônia nas amostras de líquido ruminal filtrado foram determinadas conforme os procedimentos descritos por Preston (1995). As concentrações de AGCC foram realizadas de acordo com Palmquist e Conrad (1971) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100 μ L do padrão, 800 μ L da amostra e 200 μ L de ácido fórmico. Uma mistura de AGCC com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

No último dia de cada período de coleta foram amostrados cerca de 1,5 kg de conteúdo ruminal (2h após a alimentação), acrescentado 0,5 L de solução salina 0,9% (NaCl), homogeneizado em liquidificador, filtrado em tecido e o filtrado guardado a -20°C para depois de descongelado ser processado de acordo com a metodologia de Cecava et al. (1990). Para as estimativas dos fluxos de nitrogênio (N) total no duodeno foram utilizadas as cinzas insolúveis em ácido (VAN KEULEN; YOUNG, 1977) e para proteína microbiana foram utilizadas as bases de purinas, quantificadas conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). O fluxo total de N microbiano (N-Mic) para o duodeno foi estimado pela razão N/purina bactéria pela razão N/purinas digesta duodenal e multiplicado esse quociente pelo fluxo total individual de N. A eficiência de síntese microbiana foi também expressa em g de N-Mic kg^{-1} de MO verdadeira degradada no rúmen (MOVDR).

As determinações de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) nas amostras de alimentos e das sobras foram feitas segundo os métodos da AOAC (1997), e a matéria orgânica (MO) foi obtida como $100 - \text{MM}$. As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991). O teor de amido foi determinado pelo método de Poore et al. (1989), adaptado por Pereira e Rossi (1995).

Foi utilizado um delineamento experimental em dois quadrados latinos 3×3 , simultâneos, com um arranjo fatorial 3×2 correspondendo aos tratamentos: controle, levedura ou monensina, e duas espécies: bubalina e bovina. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1998) por meio de análise de variância.

Quando a interação espécie *vs.* aditivos foi significativa procedeu-se à análise dos efeitos dos

tratamentos dentro de cada espécie. Para os valores observados de pH, amônia e AGCC no líquido ruminal dos animais os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, e os tempos de amostragem como subparcelas.

Resultados e discussão

Não houve interação entre espécie e aditivo, assim como, efeito dos aditivos para a concentração total de AGCC, ácido acético, propiônico e butírico no líquido ruminal de bovídeos ($p > 0,05$). Porém, as concentrações se comportaram de forma quadrática, em função do tempo ($p < 0,05$) após a primeira alimentação do dia (Figura 1). Independente da espécie e dos aditivos, a máxima concentração dos AGCC totais foi de 104 mM mL^{-1} às 3,89h após a alimentação matutina e o pH ruminal de 6,40, entre 3 a 4h após a alimentação.

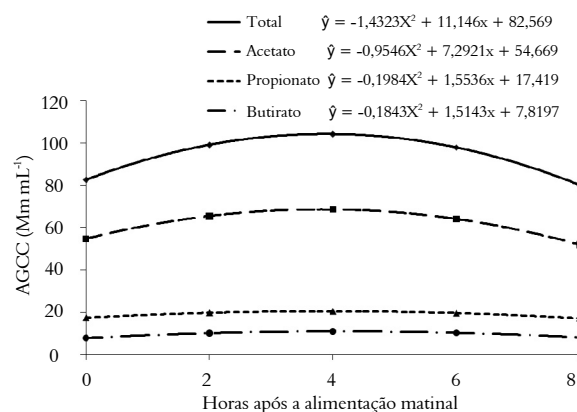


Figura 1. Concentração de ácidos graxos de cadeia curta no líquido ruminal de bovinos e bubalinos recebendo levedura ou monensina na dieta.

São poucos os trabalhos na literatura que relatam diferenças na produção de AGCC entre bovinos e bubalinos quando alimentados com dietas semelhantes. De modo geral, não há diferença (PRADHAN et al., 1997). Entretanto, Calabro et al. (2004) verificaram menor concentração *in vitro* de ácido acético e butírico quando o inócuo era proveniente de búfalos em relação aos bovinos.

Verificou-se diferença ($p < 0,05$) para a razão acetato/propionato em função dos aditivos, cujos dados em relação ao tempo foram ajustado ao modelo quadrático ($p < 0,05$) (Figura 2). Desta forma, para ambas as espécies, a inclusão da monensina resultou na menor razão acetato/propionato quando comparada à adição de levedura e dieta controle. A máxima razão acetato/propionato foi de 3 às 3h e 10 min. após alimentação matutina para adição de monensina, enquanto que as maiores relações foram para

adição de levedura (3,6 as 3,63h) seguida da dieta controle (4 às 5h).

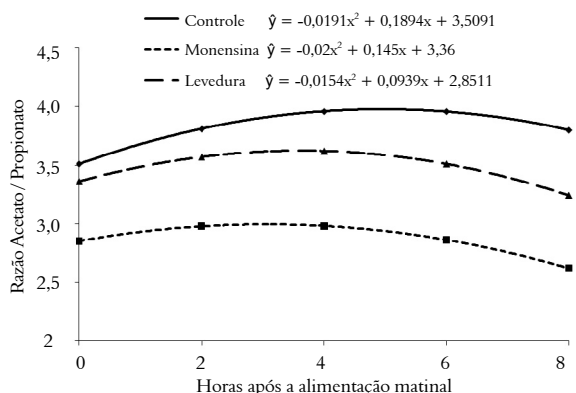


Figura 2. Razão acetato/propionato no líquido ruminal em função do tempo após a alimentação em bovídeos alimentados com ração controle, monensina ou levedura.

A razão acetato/propionato é importante para os estudos de metanogênese ruminal e segundo Johnson e Johnson (1995), a amplitude das perdas de energia na forma de metano é função dessa razão que pode variar de 0,9 a 4,0. A monensina quase sempre causa decréscimo nas produções de metano e na razão acetato/propionato, sendo estas características utilizadas como rotina para a avaliação de ionóforos e de outros aditivos ruminais que visem melhorar a eficiência alimentar (LANA; RUSSELL, 2001).

A adição da monensina à dieta resultou em redução na razão acetato/propionato para ambas as espécies em relação ao controle ($p < 0,05$); porém, destacou-se numericamente menor valor para os bovinos em relação aos bubalinos (2,48 vs. 3,24) e a menor proporção numérica de propionato no líquido ruminal (24,81 vs. 19,87 mM mL⁻¹) foi responsável pela maior razão nos búfalos. A menor proporção molar de propionato no líquido ruminal de bubalinos parece refletir os relatos de literatura quanto às diferenças na composição da microbiota dessas espécies expostas sob a mesma condição de alimentação. Em comparação aos bovinos, em bubalinos foi observado maior população de protozoários ciliados no rúmen (RÍSPOLI et al., 2009), menor concentração de *Isostricha* (ciliados que fermentam açúcares) e maiores concentrações de *Diplodinium* e *Epidinium* (ciliados fermentadores de carboidratos fibrosos) (FRANZOLIN; FRANZOLIN, 2000), e menores coeficientes de digestibilidade ruminal do amido (MAEDA et al., 2007; ZEOULA et al., 2008).

Independentemente da espécie, a levedura reduziu a razão acetato/propionato ($p < 0,05$); porém a monensina foi mais efetiva que a levedura (3,0 vs 3,6). Erasmus et al. (2005) também verificaram redução na razão acetato/propionato em vacas de leite, quando

essas receberam 2.500 ppm de leveduras (Diamond V XP, $2,4 \times 10^6$ ufc g⁻¹ de *S. cerevisiae* Diamond V Mills, Inc, Indianápolis, EUA) adicionas à dieta composta por 38,3% de feno de alfafa e 61,7% de concentrado. Entretanto, Gattas et al. (2008), fornecendo 1 g para cada 100 kg de PC, da mesma levedura deste trabalho (*S. cerevisiae* 5×10^6 ufc g⁻¹ + 50 mg selênio + 300 mg cromo – Beef - sacc[®]) para novilhos alimentados com dieta com 50% de silagem de sorgo e 50% concentrado, não verificaram diferença com a adição de levedura em relação às concentrações de acetato, propionato, butirato, ácidos graxos totais, razão acetato/propionato e nitrogênio amoniacal.

Os efeitos da *S. cerevisiae* sobre a proporção de AGCC no rúmen têm sido variáveis. A possibilidade de efeito favorável das leveduras sobre a acetogênese ruminal a partir do hidrogênio (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 1995) deveria resultar em aumento na razão acetato/propionato. Assim como, para o aumento esperado da população de microrganismos fibrolíticos (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008) e maior digestibilidade da fibra estimulados pelas leveduras (GUEDES et al., 2008; MARDEN et al., 2008). No entanto, a adição de leveduras à dieta de bovinos não tem gerado respostas consistentes (VASCONCELOS et al., 2008).

Para o pH do líquido ruminal foi observado efeito somente para espécie animal ($p < 0,05$), sendo a média dos bubalinos de 6,74 e os bovinos de 6,40 (Figura 3). O pH do líquido ruminal comportou-se de forma quadrática ($p < 0,05$) em relação ao tempo. Os valores máximos de pH do líquido ruminal, para ambas as espécies, ocorreram no tempo zero hora (antes da alimentação), 6,90 para búfalos e 6,60 para bovinos, enquanto o valor mínimo estimado de pH observado para os búfalos foi de 6,60 às 4,19h e para os bovinos 6,24 às 4,31h após a alimentação matutina. Contudo, estes valores são maiores que o valor considerado como limite mínimo (6,0) para que a atividade fibrolítica e a síntese de proteína microbiana não sejam reduzidas (STROBEL; RUSSELL, 1986).

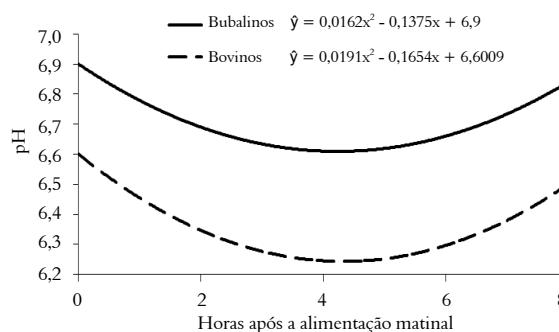


Figura 3. Variação no pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação matinal de bubalinos e bovinos.

O maior valor de pH observado para os búfalos em relação aos bovinos, também foi observado por outros autores (FRANZOLIN et al., 2002; RÍSPOLI et al., 2009). Ainda, de acordo com Tewatia e Bhatia (1998) é observado maior concentração de amônia no líquido ruminal dos búfalos como reflexo da melhor atividade de desaminases intracelulares e reciclagem salivar de ureia, e desta forma o pH ruminal pode ser elevado.

No presente trabalho, ao fornecer rações com 50% de concentrado e o consumo restrito, pouco acima da manutenção dos animais, a adição de monensina ou de levedura não alterou o pH do líquido ruminal. Nessas circunstâncias, em que o pH ruminal dos animais que recebem a dieta controle foi maior que 6,0 sugere pouco ou nenhum efeito da suplementação com *S. cerevisiae* sobre o pH ruminal (GATTAS et al., 2008). No entanto, Guedes et al. (2008), ao fornecer *S. cerevisiae* (Levucell SC 10 ME, 1×10^{10} ufc g^{-1}) às dietas dos animais observaram maiores valores de pH ruminal em relação àqueles que recebiam dieta controle e pH ruminal maior do que 6,0.

A adição de monensina ou *S. cerevisiae*, independente da espécie não promoveu mudança ($p > 0,05$) na concentração de amônia no líquido ruminal. A concentração de amônia comportou-se de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, atingindo a máxima de concentração de $12,5 \text{ mg dL}^{-1}$ às 1,28h para os búfalos e $10,6 \text{ mg dL}^{-1}$ às 1,65h após alimentação para bovinos (Figura 4). Estes valores são superiores à concentração mínima de amônia recomendada de $5,0 \text{ mg dL}^{-1}$ para possibilitar o máximo crescimento microbiano (SATTER; SLYTER, 1974).

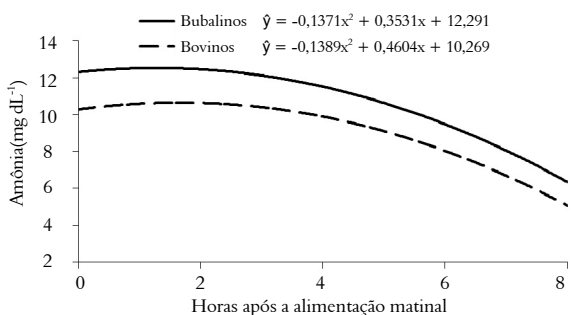


Figura 4. Concentração de amônia no líquido ruminal em função do tempo após a alimentação matinal, em bubalinos e bovinos.

Embora sem diferença ($p > 0,05$) entre espécie para a concentração de amônia no líquido ruminal, numericamente os valores foram superiores para os búfalos. Maeda et al. (2007) observaram maior valor de amônia no rúmen de bubalinos quando comparados com bovinos. O maior tempo de retenção da digesta no

rúmen do búfalo em relação aos bovinos e a maior atividade de desaminases intracelular e reciclagem salivar de ureia (TEWATIA; BHATIA, 1998) poderiam explicar as maiores concentrações de amônia no rúmen de búfalos.

Os ionóforos atuam contra as bactérias Gram-positivas, como as *Clostridium* e *Peptostreptococcus* que são responsáveis pela maior parte da produção de amônia no ambiente ruminal (YANG; RUSSELL, 1993). O seu fornecimento para ruminantes pode diminuir a concentração de amônia ruminal. Entretanto, no presente trabalho não foi observado efeito ($p > 0,05$) da adição da monensina e levedura sobre a concentração de amônia ruminal, porém numericamente verifica-se redução na produção de amônia ruminal com adição de monensina em bubalinos e bovinos. Semelhantemente, Oliveira et al. (2005) também não observaram redução na concentração de amônia quando monensina foi ofertada para bovinos.

O mecanismo proposto para a redução da concentração de amônia ruminal pelas leveduras, seria o estímulo ao maior crescimento microbiano e assimilação de nitrogênio pelas bactérias (HARRISON et al., 1988), ou a inibição das peptidases bacterianas pela presença das leveduras no rúmen (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2005). Erasmus et al. (2005) observaram que a suplementação de vacas leiteiras com 10 g d^{-1} de cultura de levedura (Yea-Sac, 5×10^9 ufc g^{-1} de *S. cerevisiae* cepa 1026, Alltech) reduziu cerca de 10% a concentração de amônia no rúmen. No entanto, Guedes et al. (2008), trabalhando com levedura (*S. cerevisiae*, Levucell 10 SC ME; 1×10^{10} ufc g^{-1}) para vacas não-lactantes, não verificaram redução na concentração de amônia no rúmen. Assim como Gattas et al. (2008) não verificaram diminuição na concentração de amônia após a administração de levedura em novilhos de corte.

As amostras de microrganismos isolados do conteúdo ruminal apresentaram em média 74,3% de matéria orgânica (MO), 6,0% de N total, 3,2% de RNA, 1,5 na razão N/RNA e 0,2 na razão N-RNA/N-total. Cabral et al. (2008) observaram valores de 72,9% de MO, 8,89% de N total (em relação à MO) e 1,63 na razão N/RNA nas amostras de microrganismos isolados de bovinos recebendo silagem de milho, silagem de capim-elefante ou feno de capim-Tifton.

A ingestão total de N não foi influenciada pelos aditivos ($p > 0,05$); porém foi maior na espécie bovina ($p < 0,05$) que a bubalina ($182,6 \text{ g}$ vs. $159,0 \text{ g dia}^{-1}$; Tabela 2). Isto é reflexo da maior ingestão de MO pelos bovinos ($9,15 \text{ kg dia}^{-1}$) do

que pelos bubalinos (8,38 kg dia⁻¹). A pesar do fluxo duodenal de N ser maior nos bovinos, pelo maior consumo de MO, a relação entre fluxo de N no duodeno e o N total ingerido, é muito próxima entre as espécies (92,7% nos bubalinos e 93,5% nos bovinos).

Tabela 2. Ingestões de matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N), fluxos no duodeno, digestões ruminais aparente (MOADR) e verdadeira (MOVDR) da MO, e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira.

Item	Rações experimentais			Espécies		
	Con	Mon	Lev	Bubalinos	Bovinos	DP
MO ingerida (g dia ⁻¹)	9034	8614	8649	8381	9151	8767±1200
N ingerido (g dia ⁻¹)	183	161	169	159 b	183 a	171±22
Fluxo no duodeno						
N Total (g dia ⁻¹)	169	153	155	147 b	171 a	159±21
N Microbiano (g dia ⁻¹)	149,3	136,1	137,7	120,4 b	161,6 a	141±28
NNM (g dia ⁻¹)	16,8	16,8	17,6	27,0 a	7,2 b	17,1±13
MOADR (g dia ⁻¹)	4686	3845	4265	4459	4071	4351±823
MOADR (% ingerido)	48,8	44,8	47,9	46,7	42,3	47,1±4
MOVDR (g dia ⁻¹)	5161	5581	5835	4973 b	6079 a	5526±1010
MOVDR (g dia ⁻¹)	58 B	65 A	64 AB	62	63	60,8±5
Eficiência de Síntese proteica Microbiana						
g N-Mic kg ⁻¹ MOADR	36,8	35,1	36,6	32,7 b	39,6 a	36,2±4,3
g N-Mic kg ⁻¹ MOVDR	25,6 A	23,9 B	24,2 AB	22,6 b	26,5 a	24,6±2,5

NNM = N não-microbiano; N-Mic = nitrogênio microbiano; Rações Con = Controle; Mon = Monensina sódica; Lev = Levedura (*S. cerevisiae*); DP = desvio-padrão. Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05). Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes pelo teste F (p < 0,05).

A eficiência de síntese microbiana, quando expressa em g de N-microbiano kg⁻¹ de matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen (g de N-mic kg⁻¹ de MOADR), não diferiu entre os tratamentos (p > 0,05); porém foi mais eficiente (p < 0,05) nos bovinos em relação aos bubalinos (39,2 vs. 32,7 g de N-Mic kg⁻¹ de MOADR). Apesar da eficiência de síntese microbiana observada para os búfalos ser menor, essa é semelhante ao valor médio de 32 g de N kg⁻¹ de MOADR sugerido pelo ARC (1984).

Estudos mostram que com o aumento da taxa de diluição, o percentual da energia retido nas células microbianas aumenta, enquanto a eliminada na forma de AGCC ou dissipado na forma de calor (energia de manutenção para a célula) é reduzido (RUSSELL, 1998). Considerando que a taxa de diluição ruminal é positivamente relacionada com a ingestão de MO, isto pode corroborar com a maior eficiência de síntese microbiana observada nos bovinos, uma vez que esses consumiram maior quantidade de MO do que os bubalinos (9,15 vs. 8,38 kg dia⁻¹). Se a digestibilidade ruminal do amido em bovinos é maior que em bubalinos de acordo com Maeda et al. (2007) e Zeoula et al. (2008), pode gerar em menor tempo, maior disponibilidade de energia necessária para o crescimento microbiano e maior síntese de proteína microbiana, como observado. Kennedy (1995) encontraram maior proporção de massa microbiana no

conteúdo total no retículo-rúmen de bovinos em comparação com bubalinos.

A adição de monensina reduziu a eficiência de síntese microbiana e a levedura apresentou um valor intermediário. A digestão da MO e da celulose, normalmente, não é influenciada pela adição de monensina, possivelmente pelo aumento no tempo de retenção de sólidos e líquidos no rúmen segundo Zinn et al. (1994), o que poderia levar à ineficiência de síntese microbiana. Entretanto, Costa et al. (2008) não observaram efeito da monensina sobre a eficiência microbiana em bovinos.

A suplementação com levedura não foi capaz de promover maior eficiência de síntese microbiana (p > 0,05). No entanto, as leveduras vivas (*S. cerevisiae*) podem diminuir a concentração de lactato, impedir maiores variações de pH pós-prandial (MATHIEU et al., 1996), remover o oxigênio do ambiente ruminal e fornecerem fatores de crescimento para bactérias, fungos e protozoários ruminais (WALLACE, 1994). Entretanto, em estudos com animais fistulados ruminalmente, a remoção do oxigênio do ambiente ruminal pela levedura pode não apresentar efeito, pela entrada de oxigênio pela ocasião dos procedimentos experimentais, ou até mesmo pelas imperfeições na cânula. Porém, Fereli et al. (2010) observaram maior fluxo omasal de N quando foi fornecido 5 g dia⁻¹ de *S. cerevisiae* (Biosaf®) em comparação ao fornecimento de monensina ou monensina + *S. cerevisiae* para bovinos recebendo uma alimentação com 70% de concentrado.

Conclusão

Evidenciaram-se diferenças entre as espécies bovina e bubalina quanto ao pH ruminal, concentração ruminal de amônia e eficiência de síntese microbiana, sendo que a espécie bubalina manteve valores maiores de pH e concentração ruminal de amônia. Porém, menor eficiência de síntese proteica microbiana. Independentemente da espécie, a adição de monensina e levedura viva melhorou a razão acetato/propionato, sendo a monensina mais efetiva. Estes aditivos podem melhorar a eficiência alimentar de ruminantes.

Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemistry. **Official Publication 1997**. Washington, D.C.: AOAC, 1997.
- ARC-Agricultural Research Council. **Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants**. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984.

- BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; JACOBI, G.; CANDÊO FILHO, S. L.; KAZAMA, R.; PAULA, M. C. Aditivos vs teores de concentrado na ração de bubalinos e bovinos: digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 417-424, 2007.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G. Eficiência microbiana e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 919-925, 2008.
- CALABRO, S.; WILLIAMS, B. A.; PICCOLO, V.; INFASCELLI, F.; TAMMINGA, S. A comparison between buffalo (*Bubalus bubalis*) and cow (*Bos taurus*) rumen fluids of the *in vitro* fermentation characteristics of three fibrous feedstuffs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, n. 7, p. 645-652, 2004.
- CECAVA, J. M.; MERCHEN, N. R.; GAY, L. C.; BERGER, L. L. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation technique. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 9, p. 2480-2488, 1990.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; FONTY, G.; BERTIN, G.; GOUET, P. *In vitro* H₂ utilization by a ruminal acetogenic bacterium cultivated alone or in association with an archae methanogen is stimulated by a probiotic strains of *Saccharomyces cerevisiae*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 9, p. 3466-3467, 1995.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; MASSEGLIA, S.; FONTY, G. Effect of microbial feed additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 on protein and peptide degradation activities of rumen bacteria grown *in vitro*. **Current Microbiology**, v. 50, n. 2, p. 96-101, 2005.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACHC, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 5-26, 2008.
- COSTA, P. B.; QUEIROZ, A. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; ZORZI, K.; MELO, R. O.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Parâmetros digestivos e produção de proteína microbiana em novilhas em crescimento compensatório. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 5, p. 1135-1141, 2008.
- ERASMUS, L. J.; ROBINSON, P. H.; AHMADI, A.; HINDERS, R.; GARRETT, J. E. Influence of prepartum and postpartum supplementation of a yeast culture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 122, n. 3-4, p. 219-239, 2005.
- FERELI, F.; BRANCO, A. F.; JOBIM, C. C.; CONEGLIAN, S. M.; GRANZOTTO, F.; BARRETO, J. C. Monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para bovinos: fermentação ruminal, digestibilidade dos nutrientes e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 183-190, 2010.
- FRANZOLIN, M. H. T.; SILVEIRA, A. C.; FRANZOLIN, R. Efeitos de dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro e do tamanho de poros de sacos de náilon incubados no rúmen sobre a fauna ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 716-723, 2002.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População de protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob a dieta à base de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, 2000.
- GATTAS, C. B. A.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; FRANCO, G. L.; STEIN, J.; LEMPP, B. Efeito da suplementação com cultura de levedura na fermentação ruminal de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 711-716, 2008.
- GUEDES, C. M.; GONÇALVES, D.; RODRIGUES, M. A. M.; DIAS-DA-SILVA, A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 27-40, 2008.
- HARRISON, G. A.; HEMKEN, R. W.; DAWSON, K. A.; HARMON, R. J. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 11, p. 2967-2975, 1988.
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane emission from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.
- KENNEDY, P. M. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 3. Comparisons with four forage diets, and with rice straw supplemented with energy and protein. **The Journal of Agricultural Science**, v. 124, n. 2, p. 265-275, 1995.
- LANA, R. P.; RUSSEL, J. B. Efeitos da monensina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas ricas em volumosos ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 254-260, 2001.
- MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V.; BEST, J.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes teores de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 716-726, 2007.
- MARDEN, J. P.; JULIEN, C.; MONTEILS, V.; AUCLAIR, E.; MONCOULON, R.; BAYOURTHE, C. How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in highyielding dairy cows? **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3528-3535, 2008.
- MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1736-1744, 1992.
- MATHIEU, F.; JOUANY, J. P.; SÉNAUD, J.; BOHATIER, J.; BERTIN, G.; MERCIER, M. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on fermentations in the rumen of faunated and defaunated sheep: Protozoal and probiotic interactions. **Reproduction Nutrition Development**, v. 36, n. 3, p. 271-287, 1996.

- McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, suppl., p. 194-203, 2001.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington D.C., 2000.
- OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; PEREIRA, J. C.; PÉREZ, J. R. O.; VALADARES FILHO, S. C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005.
- PALMIQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 3152-3158, 1971.
- PEREIRA, J. R. A.; ROSSI, P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995.
- POORE, M. H.; ECK, T. P.; SWIGLE, R. S. Total starch and relative starch availability of feed grams. In: BIENAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 20., 1989, Chicago. **Proceedings...** Chicago: 1989.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S. K.; SANGWAN, D. C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 67, n. 2, p. 149-151, 1997.
- PRESTON, T. R. Biological and chemical analytical methods. In: PRESTON, T. R. (Ed.). **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995. p. 191-264.
- RÍSPOLI, T. B.; RODRIGUES, I. L.; MARTINS NETO, R. G.; KAZAMA, R.; PRADO, O. P. P.; ZEOULA, L. M.; ARCURI, P. B. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 92-97, 2009.
- ROOK, G. A.; BURNET, L. R. Microbes, immunoregulation and the gut. **Gut**, v. 54, n. 54, p. 317-320, 2005.
- RUSSELL, J. B. Strategies that ruminal bacteria use handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 1995-2001, 1998.
- RUSSELL, J. B.; WALLACE, R. J. Energy-yielding and energy consuming reactions. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2nd ed. Essex: Elsevier, 1997. p. 246-273.
- SAEG-Sistema de Análise Estatística e Genética. **Versão 8.0**. Viçosa: UFV, 1998.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **Britanic Journal of Nutrition**, v. 32, n. 2, p. 199-205, 1974.
- STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 11, p. 2941-2947, 1986.
- TEWATIA, B. S.; BHATIA, S. K. Comparative ruminal biochemical and digestion related physiological characteristics in buffaloes and cattle fed a fibrous diet. **Buffalo Journal**, v. 14, n. 14, p. 161-170, 1998.
- TRIPATHI, M. K.; KARIM, S. A.; CHATURVEDI, O. H.; VERMA, D. L. Effect of different liquid cultures of live yeast strains on performance, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in lamb. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, n. 6, p. 631-639, 2008.
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J. P. Determinations of assay parameters of RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutritional Development**, v. 25, n. 6, p. 1037-1046, 1985.
- 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, 1997.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VASCONCELOS, J. T.; ELAM, N. A.; BRASHEARS, M. M.; GALYEAN, M. L. Effects of increasing dose of live cultures of *Lactobacillus acidophilus* (Strain NP 51) combined with a single dose of *Propionibacterium freudenreichii* (Strain NP 24) on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 3, p. 756-762, 2008.
- WALLACE, J. Ruminal microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2992-3003, 1994.
- YANG, C. M. J.; RUSSELL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation *in vivo* and the number of amino acid fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 12, p. 3470-3476, 1993.
- ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; PAULA, M. C. Digestibilidade parcial e total de rações com a inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 563-571, 2008.
- ZINN, R. A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 9, p. 2209-2215, 1994.

Received on September 24, 2010.

Accepted on February 2, 2011.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.