

Aditivos vs teores de concentrado na ração de bubalinos e bovinos: digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Juliano Ricardo Fontanini Beleze¹, Lucia Maria Zeoula^{1*}, Guido Jacobi¹, Sergio Luiz Candêo Filho¹, Ricardo Kazama¹ e Meiby Carneiro de Paula^{1,2}

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Instituto Agronômico do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Autor para correspondência. E-mail: lmzeoula@uem.br

RESUMO. Avaliou-se a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de rações com cinco teores de concentrado (0, 5, 10, 20 e 50%) e ausência ou presença de aditivos (rações-testemunha, com ionóforo (Rumensin®) e com probiótico (Beef-sacc®)), consistindo um fatorial de 5 x 3. Também, foi avaliada a DIVMS de rações com 50:50% volumoso:concentrado, sem e com a adição de ionóforo, probiótico e antibiótico promotor de crescimento (BMD®) e sua combinação, perfazendo oito rações com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Em todas as rações avaliadas, foi utilizado líquido ruminal de um bovino e de um bubalino. Para as duas espécies, houve interação ($p < 0,01$) para os teores crescentes de concentrado e aditivos. Para os bubalinos, a ração com ionóforo apresentou valor máximo para a DIVMS (64,8%) para 41,9% de concentrado, em relação às rações-testemunha e com probiótico, que apresentaram comportamento semelhante. Para os bovinos, verificou-se superioridade do probiótico em relação ao ionóforo em rações com até 50% de concentrado. Entretanto, para o efeito isolado e combinatório entre aditivos em rações com 50:50% volumoso:concentrado, sobre a DIVMS, os resultados permitem concluir que as combinações foram semelhantes ou inferiores aos efeitos isolados dos aditivos, em ambas as espécies.

Palavras-chave: antibiótico, bovinos, bubalinos, ionóforo, probiótico.

ABSTRACT. Additives vs concentrate levels in rations for buffaloes and cattle: dry matter *in vitro* digestibility. This study evaluated the dry matter *in vitro* digestibility (DMI_{IV}) of rations with 5 concentrate levels (0, 5, 10, 20 and 50%), and the absence or presence of additives (control, ionophore (Rumensin®) or probiotic (Beef-sacc®)), consisting of a 5 x 3 factorial. It also evaluated the DMI_{IV} of rations with 50:50% roughage:concentrate with or without addition of ionophore, probiotic, growth-promoting antibiotic (BMD®) and the combination of them, consisting of 8 treatments and 4 repetitions, using a randomized design. For all evaluated rations, ruminal liquid from a bovine and a buffalo was used. For both species, there was an interaction ($p < 0.01$) for increasing levels of concentrate and additives. For buffaloes, the ration with ionophore showed maximum DMI_{IV} value (64.8%) for 41.9% of concentrate; control and probiotic rations presented similar values between them. For bovines, a superiority of probiotic over ionophore was observed in rations with up to 50% of concentrate. However, in isolated and combined effects among additives in rations with 50:50% roughage:concentrate on DMI_{IV}, the results showed that the combinations are similar or inferior to the isolated effects of additives in both species.

Key words: antibiotic, cattle, buffaloes, ionophore, probiotic.

Introdução

A manipulação ruminal, por meio de substâncias introduzidas na ração ou naturalmente presentes nos alimentos, tem oferecido alternativas para aumentar a eficiência de utilização das dietas consumidas pelos ruminantes (Morais *et al.*, 2006).

Alguns produtos, como os ionóforos, são amplamente utilizados e já foram alvos de inúmeras

avaliações científicas e, como resultado, tem-se observado diminuição da ingestão de matéria seca sem causar prejuízo no desempenho animal, devido à melhor eficiência alimentar. Essas melhorias estão relacionadas aos aumentos na produção de propionato, reduções de até 30% na emissão de metano e diminuição na degradação ruminal da proteína (Russell e Strobel, 1988; Lana e Russell, 1996).

A utilização de fungos unicelulares do gênero *Saccharomyces*, na alimentação de bovinos de corte, promove aumento na digestibilidade da matéria seca, especialmente da fibra, melhorando a eficiência alimentar e ganho de peso (Wallace, 1994). Carro *et al.* (1992), trabalhando com equipamento Rusitec® e diferentes teores de concentrado, observaram que os efeitos benéficos da adição de leveduras sobre os parâmetros da fermentação e degradação da fibra se manifestaram com rações com maior teor de concentrado (70%).

Russell e Strobel (1988) demonstraram aumentos no ganho de peso de animais consumindo rações com bacitracina, sendo estas melhorias, geralmente, atribuídas a melhor eficiência digestiva em nível intestinal, existindo poucas informações relativas à atuação do produto em nível ruminal.

Porém, o uso de aditivos não está totalmente esclarecido, especialmente em condições de animais em pastejo. Além disso, os efeitos da combinação de ionóforos com outras substâncias capazes de alterar padrões fermentativos e absorvitivos são poucos conhecidos, principalmente, em bubalinos. A possibilidade da utilização de nutrientes diferentemente entre as espécies de ruminantes tem sido investigada visando à obtenção de conhecimentos do comportamento digestivo desses ruminantes, sob mesma alimentação (Bhatia *et al.*, 1979; Sangwan *et al.*, 1987).

Os búfalos apresentam algumas vantagens na utilização de alimentos fibrosos quando comparados aos bovinos, porém não diferem em dietas com melhor qualidade (Sharma, 1988; Bartocci, *et al.*, 1997). Esses autores afirmaram que o menor movimento e o maior volume ruminal, bem como maior tempo de exposição à ação dos microrganismos favoreceram os bubalinos e que o último fator causou rápida passagem pelos intestinos uma vez que a digestão no rúmen foi intensa. Dessa forma, a permanência do alimento, no trato gastrointestinal como um todo, não difere muito dos bovinos.

O rúmen contém uma das mais variáveis e densas populações de microrganismos conhecida na natureza, formada por bactérias, protozoários e fungos, sendo o pH de fundamental importância para manutenção das diferentes espécies de microrganismos no rúmen. Há dois grupos básicos de bactérias que se desenvolvem em pH diferentes: as digestoras de fibras que são mais ativas na faixa de pH que varia de 6,2 a 6,8, e a digestoras de amido que preferem um ambiente mais ácido, pH entre 5,2 a 6,0.

Há grande variação, na população, de

protozoários ciliados, no rúmen, em diferentes espécies de ruminantes e mesmo entre animais de uma mesma espécie. De acordo com Dehority (1991), as espécies de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium*, predominam na fauna ruminal da maioria dos ruminantes, chegando a compreender entre 80 e 90% da população total. Entretanto, búfalos têm apresentado proporção equitativa ou ainda mais elevada dos protozoários pertencentes aos gêneros da subfamília *Diplodiniinae* que incluem *Diplodinium*, *Ostracodinium*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Polyplastron* e outros, em relação aos ciliados do gênero *Entodinium* em diversos sistemas alimentares (Franzolin, 1994).

Wanapat *et al.* (2000) procederam a um estudo sobre a população microbiana no rúmen comparativamente entre bovinos e búfalos do pântano criados em condições tradicionais de vilarejos no Nordeste da Tailândia. Foram utilizados os conteúdos ruminais de 20 animais de cada espécie, logo após o abate, para contagens de bactérias, protozoários e zoósporos de fungos. A população total de bactérias foi mais elevada nos búfalos que nos bovinos ($1,6$ vs $1,36 \times 10^8$ células mL^{-1}), enquanto que, a população de protozoários ciliados foi menor com menor concentração de holótricos e entodiniomorfos em búfalos. Os bubalinos apresentaram maior concentração de zoósporos de fungos com valor médio de $7,30 \times 10^6$ contra $3,78 \times 10^6$ nos bovinos.

A técnica da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) simula as condições ruminais de modo artificial e visa prever o provável desempenho animal *in vivo*, trazendo aos pesquisadores importantes informações aliadas ao baixo custo, economia de tempo e ao uso de técnicas não-invasivas com vistas na ética e respeito aos animais (Kamamma *et al.*, 1996).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ausência e da presença de ionóforo e do probiótico em rações com diferentes teores de concentrados (0, 5, 10, 20 e 50%) sobre a DIVMS e o efeito isolado e combinado dos aditivos (ionóforo, probiótico e antibiótico promotor de crescimento) sobre a DIVMS de rações com 50% de volumoso e 50% de concentrado para bubalinos e bovinos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal e no Setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi do Departamento de Zootecnia pertencente à Universidade Estadual de Maringá.

Foi utilizado líquido ruminal de um búfalo (raça Murrah) e de um bovino (raça Holandesa), ambos com peso vivo médio de 400 kg, castrados e portadores de cânula ruminal, alimentados com 22 kg de silagem de milho e 3,5 kg de concentrado (farelo de soja e milho moído) com base na matéria natural. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, providas de comedouro e bebedouro, com piso de concreto, e com as laterais fechadas com madeira.

Os alimentos utilizados para compor as rações experimentais avaliadas *in vitro* foram o feno de capim estrela (*Cynodon plectostachyus*), milho e farelo de soja (Tabela 1). As composições percentuais e químicas das rações com 0, 5, 10 e 20% de concentrado podem ser observadas na Tabela 2. A ração com 50% de concentrado foi formulada de acordo com o NRC (2001), para apresentar 12% de proteína bruta (PB) e 68% de nutrientes digestíveis totais (NDT), considerando um animal de 400 kg de peso vivo.

Tabela 1. Composição química dos alimentos (% MS)¹.

Table 1. Chemical composition of feeds (%DM)¹.

Alimentos Feeds	%MO %OM	%PB %CP	%FDN %NDF	%FDA %ADF	%EE %EE	%MM %Ash	%NDT %TDN
Feno de capim estrela <i>Star hay</i>	93,61	9,62	77,95	41,02	1,14	6,39	53,00
Milho moído <i>Ground corn</i>	98,73	11,00	17,83	4,23	3,44	1,27	81,00
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	93,74	50,84	11,51	6,72	2,41	6,26	82,00

¹MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; NDT: nutrientes digestíveis totais.

¹DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; EE: ether extract; TDN: total digestible nutrients.

Os aditivos utilizados foram: ionóforo (10% monensina sódica – Rumensin[®]), probiótico (levedura (5 x 10⁶ ufc g⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae* + 50 mg selênio + 300 mg cromo) – Beef – sacc[®]) e antibiótico promotor de crescimento (bacitracina de metileno disalicilato – BMD[®]).

Para avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DVM) das rações com diferentes teores de concentrado, constituiu-se um fatorial 3 x 5, com ausência (ração-testemunha) e presença de aditivos (ração com adição de ionóforo e adição de probiótico) e cinco teores de concentrado (0, 5, 10, 20 e 50%), compondo 15 rações experimentais. A ração com 0% de concentrado simulou o ambiente ruminal de um animal alimentado com volumoso e sal mineral, os teores de 5, 10 e 20% de concentrado foram utilizados para simular a suplementação a pasto correspondente a 0,12; 0,25 e 0,50% do PV, respectivamente, considerando um animal de 400 kg de PV e consumo médio de 10 kg de MS. O maior teor de concentrado utilizado (50%) correspondeu à

suplementação de 1,25% do PV e representou rações utilizadas na prática, para animais em confinamento. Também foram avaliados os efeitos isolados dos aditivos (ionóforos, probióticos e antibiótico promotor de crescimento) e a combinação destes sobre a DVM para a ração com e 50:50% de volumoso:concentrado. Desta forma, foram determinadas as DVM da ração-testemunha (sem aditivo), das rações com ionóforo, com probiótico, com antibiótico, com ionóforo + probiótico, com ionóforo + antibiótico, com probiótico + antibiótico, com ionóforo + probiótico + antibiótico, perfazendo o total de oito rações experimentais.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais (%MS).

Table 2. Percentual and chemical composition of experimental diets (%DM).

Alimentos Feeds	Teor de concentrado na dieta (%) ¹ Concentrate level on diet (%) ¹				
	0 ¹	5 ¹	10 ¹	20 ¹	50 ^{1,2}
Feno de capim estrela <i>Star hay</i>	99,50	95,00	90,00	80,00	50,00
Milho moído <i>Ground corn</i>	-	4,17	8,34	16,68	41,72
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	-	0,72	1,45	2,91	7,28
Sal Mineral <i>Mineral salt</i>	0,50	0,11	0,21	0,41	1,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes					
Nutrients					
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	9,62	9,96	10,31	11,01	13,10
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	77,95	74,88	71,81	64,18	47,25
Fibra em detergente ácido <i>Acid detergent fiber</i>	41,02	39,19	37,36	33,71	22,76
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	1,14	1,24	1,35	1,56	2,18
Matéria mineral <i>Mineral salt</i>	6,39	6,17	5,95	5,51	4,18
Ash					
Nutrientes digestíveis totais <i>Total digestible nutrients</i>	53,00	54,32	55,64	58,30	66,26

¹Para cada teor de concentrado nas rações foi adicionado: 1,6 mg de rumensin[®] e 4,1 mg de beef – sacc[®] em tubos de ensaio com volume de 50 mL, perfazendo para cada teor três rações experimentais: testemunha, Rumensin[®] e Beef – sacc[®]. ²Para o teor de 50% de concentrado ainda, avaliou-se o efeito isolado dos aditivos: testemunha, Rumensin[®] (1,6 mg), Beef – sacc[®] (4,1 mg) e BMD[®] (0,5 mg) e o efeito combinado dos aditivos: Rumensin + Beef-sac, Rumensin + BMD, Beef-sac + BMD, Rumensin + Beef-sac + BMD.

¹To each concentrate level on rations was added Rumensin[®] (1.6 mg), Beef – sacc[®] (4.1 mg), in 50 mL (test tube), and done for each level 3 experimental rations: control, Rumensin[®] and Beef – sacc[®]. ²For 50% concentrate level, the isolated and combined effect of additives were evaluated: control, Rumensin[®] (1.6 mg), Beef – sacc[®] (4.1 mg) and BMD[®] (0.5 mg).

A determinação dos teores de NDT do farelo de soja, milho e da silagem de milho baseou-se na composição dos alimentos, utilizando as equações, respectivamente, para alimentos protéicos, energéticos e para silagem de milho proposto por Kears (1982):

$$\% \text{NDT} = 40,3227 + 0,5398 * \% \text{PB} + 0,4448 * \% \text{ENN} + 1,4218 * \% \text{EE} - 0,7007 * \% \text{FB}$$

$$\% \text{NDT} = 40,2625 + 0,1969 * \% \text{PB} + 0,4228 * \% \text{ENN} + 1,1903 * \% \text{EE} - 0,1379 * \% \text{FB}$$

$$\%NDT = -17,2649 + 1,2120*\%PB + 0,8352*\%ENN + 2,4637*\%EE + 0,4475*\%FB$$

em que:

PB: proteína bruta;

ENN: extrativo não-nitrogenado;

EE: extrato etéreo;

FB: fibra bruta.

A *DIVMS* das rações experimentais foi determinada de acordo com a metodologia de Baumgardt (1962) *apud* Silva e Queiroz (2002).

Além das rações experimentais, com quatro repetições de campo e duplicatas para cada repetição, foram adicionados três controles (branco) e três forragens índice durante os processos de incubação, com a finalidade de se avaliar o efeito de qualquer interferência que possa ocorrer durante o período de fermentação.

A dosagem dos aditivos adicionados nos tubos de ensaio foi proporcional à dosagem recomendada pelo fabricante (2 g animal⁻¹ dia⁻¹ de Rumensin[®]; 5 g animal⁻¹ dia⁻¹ de Beef - sacc[®] e 0,64 g animal⁻¹ dia⁻¹ de BMD[®]). Foi considerado animal de peso vivo médio de 400 kg e volume de rúmen de 60 litros (15% do peso vivo) e, proporcionalmente, os aditivos foram adicionados ao volume de 50 mL dos tubos de ensaio. O ionóforo foi adicionado na dosagem de 1,6 mg tubo⁻¹, o probiótico na dosagem de 4,1 mg tubo⁻¹ e o antibiótico promotor de crescimento na dosagem de 0,5 mg tubo⁻¹.

Os líquidos ruminais, do bovino e do bubalino, foram coletados (2 litros) e acondicionados em uma garrafa térmica, até a chegada ao laboratório, onde eram filtrados com quatro camadas de gaze, depois eram misturados a uma solução de saliva artificial e imediatamente utilizados. O pH foi monitorado durante o período que precedeu a incubação.

A saliva artificial era preparada da seguinte forma: primeiramente foram preparadas a solução tampão de McDougall (NaHCO₃, Na₂HPO₄ 7H₂O, KCl, NaCl, MgSO₄ 7H₂O, CaCl₂) e mais duas outras soluções, sendo uma de uréia (5,5 g 100 mL⁻¹ de H₂O destilada) e outra de glicose (5,5 g 100 mL⁻¹ H₂O destilada), conforme descrito por Silva e Queiroz (2002). Um dia antes da fermentação *in vitro*, eram adicionados a cada 300 mL da solução de McDougall, 5 mL da solução tampão de uréia e 5 mL da solução tampão de glicose, permanecendo em uma estufa a 39°C até a sua utilização.

A cada tubo eram adicionados 50 mL da mistura (25 mL de líquido ruminal e 25 mL de saliva artificial), logo após era acrescentado CO₂ sobre a superfície dos tubos e fechado imediatamente (rolhas de borracha equipadas com válvula de Bünsen). Posteriormente,

eram incubados em banho-maria a 39°C com agitação constante durante 48 horas. Após a fermentação, eram adicionados 2 mL de H₂SO₄ 2N (1 mL + 1 mL), com o intuito de interromper a atividade microbiana e, em seguida, centrifugada a 2500 rpm por 15 min. Após a centrifugação, foi retirado o sobrenadante e os tubos com os resíduos foram colocados, na estufa, a 105°C, onde permaneceram por 24 horas. Depois, os tubos foram colocados em um dessecador onde permaneceram até esfriarem, para posterior pesagem.

A determinação da *DIVMS* foi obtida pela seguinte fórmula:

$$DIVMS = 100 \times \frac{\text{g MS na Amostra} - (\text{g MS residual} - \text{g MS do branco})}{\text{g MS na Amostra}}$$

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições, e os dados observados foram submetidos à análise de variância e regressão no aplicativo SAS 8.01, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + E + A_i + b_1(N_j) + b_2(N_j)^2 + A_i N_j + A_i E_j + E_i N_j + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ij} : Observação do tratamento i (aditivos: testemunha, ionóforo e probiótico) em função dos teores de concentrado j (0, 5, 10, 20 e 50%);

μ : constante geral da variável;

E : efeito da espécie (bubalina e bovina);

A_i : efeito dos aditivos;

b_1 e b_2 : Coeficiente linear e quadrático, respectivamente de regressão, da variável Y em função dos teores de concentrado;

$A_i N_j$: efeito da interação entre A_i (aditivos) e N_j (teores de concentrado);

$A_i E_j$: efeito da interação entre A_i (aditivos) e E_j (espécie animal);

$E_i N_j$: efeito da interação entre E_i (espécie animal) e N_j (teores de concentrado);

e_{ijk} : erro aleatório associado a cada observação.

Para a avaliação do efeito da presença de aditivos e suas combinações em rações com 50% de concentrado, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições, e os dados observados foram submetidos à análise de variância no aplicativo SAS 8.01, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_i + A_i E_i + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ij} : Observação do tratamento i ;

μ : média geral; A_i : efeito do aditivo;

E_i : efeito da espécie; A_iE_j : Efeito da interação entre A_i (aditivos) e E_j (espécie);

e_{ij} : erro aleatório associado a cada observação.

Para efeito de aditivo nas dietas, quando significativo, foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Os valores médios observados para *DMIVMS* das rações experimentais com teores crescentes de concentrado e com a presença ou não de aditivos (testemunha) se encontram na Tabela 3. As equações de regressão para a *DMIVMS* das rações experimentais que melhor explicam a interação ($p < 0,01$) teores de concentrado e aditivos para bubalinos e bovinos estão mostradas na Figura 1.

Para os bubalinos, as rações-testemunha e com a presença de probiótico apresentaram comportamentos lineares crescentes sobre a *DMIVMS* com o aumento dos teores de concentrado adicionados às rações. Todavia, para a ração com ionóforo e teores crescentes de concentrados, verificou-se efeito quadrático, sendo o valor máximo para a *DMIVMS* de 64,8 para 41,9% de concentrado.

A presença de ionóforo na ração propiciou os maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, para teores de concentrado acima de 10%, em relação às rações-testemunha ou com a presença de probiótico, em que a partir de 42% de concentrado a ração com ionóforo apresentou menor digestibilidade que as demais. Ainda, para a espécie bubalina, o uso de probiótico para os diferentes teores de concentrado utilizados, respondeu de forma semelhante à ração-testemunha, como demonstrado pela sobreposição das curvas (Figura 1).

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (*DMIVMS*) em função dos teores de concentrado e aditivos para bubalinos e bovinos.

Table 3. Dry matter "in vitro" digestibility (*DMIVD*) in function of concentrate and additives levels for buffaloes and cattle.

Teores de concentrado Concentrate levels	Bubalino Buffaline			Bovino Bovine		
	testemunha control	ionóforo ionophore	probiótico probiotic	testemunha control	ionóforo ionophore	probiótico probiotic
0%	43,2	39,7	43,5	45,4	33,5	49,1
5%	48,5	51,3	49,5	48,5	35,1	51,0
10%	52,3	54,5	50,8	50,8	38,9	54,9
20%	56,2	74,3	57,8	53,2	42,7	58,3
50%	69,5	59,3	70,2	61,3	61,7	69,3

Para os coeficientes de *DMIVMS*, quando foi utilizado líquido ruminal de bovinos, registrou-se comportamento linear crescente, com aumento nos teores de concentrado, independente da adição ou

não dos aditivos. Entretanto, verificou-se para as rações com ionóforo, em relação às com probiótico e testemunha, valores mais baixos de digestibilidade e quando foi adicionado o probiótico resultou em aumentos na *DMIVMS*, em relação à testemunha.

Para ambas as espécies, verificaram-se que o aumento, nos teores de concentrado nas rações sem adição de aditivos, refletiu em aumentos sobre *DMIVMS*. Os aumentos nos teores de concentrado propiciaram rações com maiores teores de PB e de NDT e menor teor de FDA, de maneira que o maior nível de concentrado refletiu em rações mais digestíveis.

Com relação ao uso de ionóforo, como registrado no ensaio de *DMIVMS*, houve respostas diferentes entre as espécies. Para os bubalinos, nas rações com 0 e 50% de concentrado e para os bovinos em todos os níveis de concentrado em relação às rações-testemunha e probióticos, a adição do ionóforo apresentou resultados inferiores. Esses dados diferem daqueles obtidos por Beleze (2005), em ensaios *in vivo* com bovinos e bubalinos, que alimentados com rações com 50:50% de volumoso:concentrado, a adição de ionóforos (monensina sódica) promoveu maior digestibilidade total e ruminal da MS em relação às rações-testemunha e com adição de probióticos. Por outro lado, os resultados corroboram com aqueles em que bovinos alimentados com rações ricas em volumoso com relação 80:20% de volumoso:concentrado, a maior digestibilidade total da MS foi com a adição do probiótico em relação ao ionóforo (Beleze, 2005).

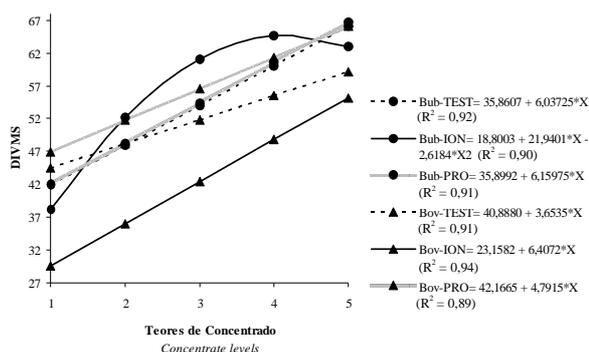


Figura 1. Médias estimadas para a *DMIVMS* (Y) em função dos teores de concentrado de forma algorítmica (1 = 0%, 2 = 5%, 3 = 10%, 4 = 20% e 5 = 50%) (X) na ausência de aditivos (TEST), com presença de ionóforo (ION) e com a presença de probiótico (PRO) para as espécies bubalina (Bub) e bovina (Bov).

Figure 1. Estimated means for *DMIVD* (Y) in function of the concentrate levels in the algorithmic form (1 = 0%, 2 = 5%, 3 = 10%, 4 = 20%, and 5 = 50%) (X) in the absence of additive (TEST), ionophore presence (ION) and probiotic (PRO) for bubaline (Bub) and bovine (Bov) species.

Resultados variados da adição do ionóforo, sobre a digestibilidade da MS dos alimentos, têm sido

encontrados, tais como, efeito benéfico como citado por Goodrich *et al.* (1984); nenhum efeito, como os observados em ovinos por Ricke *et al.* (1984) e em bezerras e ovinos, por Pomar *et al.* (1989); ou até reduções como relatado por Rodrigues *et al.* (2001).

Todavia, o efeito do ionóforo, sobre a taxa de passagem de sólidos, no rúmen e sobre a digestibilidade da FDN e FDA, tem resultado em interações de ionóforo e teor de volumoso nas dietas, como sugerido por Pomar *et al.* (1989) e Rodrigues *et al.* (2001). A redução no teor de volumoso, nas dietas, diminuiu a digestibilidade da FDN com a adição de ionóforo, porém aumentou a digestibilidade dessa fração nos maiores teores, em bezerras alimentadas com 60, 40 e 20% de feno peletizado (Pomar *et al.*, 1989). Enquanto Rodrigues *et al.* (2001) encontraram efeito benéfico da adição da monensina sobre a digestibilidade da FDA em rações com relação volumoso:concentrado 75:25 e 25:75%, porém nenhum efeito na proporção 50:50%.

As bactérias ruminais gram-negativas são mais resistentes aos ionóforos quando comparadas às gram-positivas (digestoras de fibra) favorecendo a multiplicação das bactérias gram-negativas e minimizando a ineficiência do rúmen (Morais *et al.*, 2006), o que pode explicar a maior *DIVMS*, observada em bubalinos, nos teores intermediários de concentrado (5, 10 e 20%) e adição de ionóforo, se comparado à testemunha nos mesmos teores. Contudo, para o maior teor de concentrado, verificou-se queda na *DIVMS* quando da adição de ionóforo. Segundo Pereira *et al.* (2001), dietas ricas em concentrados resultam em redução de pH pela rápida fermentação de carboidratos não-estruturais e elevada produção de AGV afetando a digestão da fibra. Desta forma, a inclusão de ionóforo, por meio de seu princípio ativo monensina sódica, é capaz de diminuir a produção de ácido láctico e contribuir para elevação do pH, e assim as bactérias digestoras de amido (preferem ambiente com pH entre 5,2 a 6,0), tornam-se menos ativas, com o aumento de pH.

Considerando as espécies e a presença de probiótico nas rações, o comportamento das curvas obtido pelas equações de regressão, mostrou que a adição de probiótico nas rações com teores acima de 20% de concentrado propiciou *DIVMS* semelhante entre bovinos e bubalinos, e em teores inferiores a *DIVMS* foi superior para os bovinos.

O uso de levedura é um dos fatores que ajudam no desenvolvimento das bactérias celulolíticas, pois as leveduras capturam do meio ruminal pequenas quantidades de oxigênio, que interferem na adesão das bactérias celulolíticas à fibra, além de secretarem compostos químicos que servirão de fatores de

crescimento para as bactérias do rúmen, e contribuir para a nutrição do animal, como citado por Nicodemo (2001). Ainda, a adição de leveduras tem mostrado resultados uniformes quanto à redução do lactato, aumento de microrganismos ruminais e manutenção do pH ruminal, segundo revisão de Barbosa *et al.* (2004).

A adição de probióticos, em rações com teores diferentes de concentrado, teve efeito semelhante sobre a *DIVMS* em relação à ração-testemunha para os bubalinos, porém para bovinos, a adição de probiótico mostrou-se superior, quando comparado às rações-testemunha e com adição de ionóforo. É possível que a diferença na concentração de fungos, no ambiente ruminal de bovinos e bubalinos (Wanapat *et al.*, 2000), tenha influenciado nesses resultados e, a adição de levedura teve efeito maior num ambiente ruminal onde se encontrava em menor concentração (no caso dos bovinos).

Para avaliação do efeito da ausência ou presença de aditivos e suas combinações em rações com uma relação de 50:50% volumoso:concentrado, os valores de *DIVMS* diferiram entre si e para espécie ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (*DIVMS*) para a presença de aditivos e sua associação em rações com 50% de concentrado para bubalinos e bovinos.

Table 4. Dry matter *in vitro* digestibility (*DMIVD*) for the additive presence and their associations in ration with 50 % concentrate to buffaloes and cattle.

Rações/Espécies Diets/species	Bubalino Bubaline	Bovino Bovine	R	CV ¹
Testemunha Control	66,5 Aa	61,3 Cb	96,98	0,933
Ionóforo Ionophore	62,6 Ca	61,1 Cb		
Probiótico Probiotic	64,4 Bb	69,8 Aa		
Antibiótico Antibiotic	64,2 Bb	64,5 Ba		
ionóforo + probiótico ionophore + probiotic	65,9 Aa	59,8 Db		
ionóforo + antibiótico ionophore + antibiotic	64,5 Ba	61,9 Cb		
probiótico + antibiótico probiotic + antibiotic	60,4 Db	70,2 Aa		
ionóforo + probiótico + antibiótico ionophore + probiotic + antibiotic	66,2 Aa	64,8 Bb		

Letras maiúsculas diferentes nas colunas comparam médias entre as rações experimentais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); e letras minúsculas comparam médias entre espécies dentro de cada ração, ¹Coeficiente de variação.

Different capital letters within columns compare means among experimental diets by Tukey test ($p < 0,05$) and lowercase letters compare means within species in each ration (bubaline and bovine). ¹Coefficient of variation.

Para a espécie bubalina, as rações-testemunha, com adição de ionóforo + probiótico + antibiótico e ionóforo + probiótico foram as que apresentaram maiores valores para a *DIVMS* ($p < 0,05$), sendo de 66,5, 66,2 e 65,9%, respectivamente, não diferindo entre si. O menor valor ($p < 0,05$) para a *DIVMS* para espécie bubalina foi para o tratamento probiótico + antibiótico com 60,4%. A ração com ionóforo apresentou 62,6% de *DIVMS* e o

tratamento com ionóforo + antibiótico apresentou 64,5% de *DIVMS*, sendo superior ($p < 0,05$) ao efeito isolado do ionóforo.

Nos bubalinos, o efeito da combinação entre ionóforo + probiótico (65,9%), ionóforo + probiótico + antibiótico (66,2%), sobre a *DIVMS* foi melhor em relação aos efeitos isolados do ionóforo (62,6%), probiótico (64,4%) e antibiótico (64,2%). Stewart e Richardson (1989) trabalharam com a combinação de aditivos (ionóforos – monensina sódica e *Saccharomyces*) e não observaram resultados sobre a toxidez de ionóforos especificamente para *Saccharomyces*. Mas, é possível que ocorra uma redução na atividade de leveduras quando ionóforos/antibióticos são fornecidos ao mesmo tempo, o que pode explicar a menor *DIVMS* para bubalinos com o tratamento probiótico + antibiótico (60,4%).

Os maiores valores observados para a espécie bovina, caracterizaram-se pelo efeito isolado do probiótico e o efeito da combinação do probiótico + antibiótico, sendo 69,8 e 70,2% para *DIVMS*. No entanto, o menor valor para *DIVMS*, na espécie bovina, foi para o efeito da combinação entre ionóforo + probiótico de 59,8%.

O antibiótico inibe a formação de peptidoglicanas, desta forma, a membrana externa pode servir de barreira a bacitracina, por isso os efeitos se assemelham muito aos do ionóforo, em que as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis. Quando esse antibiótico foi utilizado isoladamente em bubalino, a digestibilidade *in vitro* (64,2%) foi superior ($p < 0,05$), a digestibilidade obtida pelo efeito isolado do ionóforo (62,6%), sendo este resultado semelhante ao observado no bovino, cuja *DIVMS* (64,5%) da ração com antibiótico foi superior ($p < 0,05$) àquela obtida pelo ionóforo (61,1%). Russell e Strobel (1988) relataram que o antibiótico bacitracina, devido ao seu mecanismo de ação, possui menor potencial em inibir processos digestivos e, também, o de não promover a renovação da proteína microbiana. Resultados *in vivo*, do efeito isolado, da utilização da bacitracina são evidenciados por meio de resistência a algumas espécies de bactérias.

Os maiores valores de *DIVMS* para os bubalinos comparados aos bovinos foram observados na ração-testemunha, com adição de ionóforo e suas combinações. Por outro lado, os bovinos apresentaram maiores valores de *DIVMS* nos tratamentos com probiótico e probiótico + antibiótico.

Pela complexidade das relações entre microrganismos ruminais, e nas diferentes espécies, são necessários maiores estudos de suplementação

direta dos aditivos aos animais, em adição aos estudos *in vitro*.

Conclusão

Para bubalinos, a adição de ionóforo foi benéfica sobre a *DIVMS* em rações com teores de concentrado que variam de 5 até 42%. Para os bovinos, a adição do probiótico foi benéfica sobre a *DIVMS* para rações com teores de concentrado variando de 0 a 50%.

Não houve efeito associativo dos aditivos ionóforo, probiótico e antibiótico para ambas as espécies sobre a *DIVMS* de rações com 50:50% de volumoso:concentrado.

Referências

- BARBOSA, F.A. *et al.* Leveduras vivas na nutrição de bovinos: (uma revisão). *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 143-150, 2004.
- BARTOCCI, S. *et al.* Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. *Livest. Prod. Sci.*, Armidale, v. 52, p. 201-208, 1997.
- BELEZE, J.R.F. *Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações com teores de concentrado e adição de ionóforo ou probiótico para bovinos e bubalinos*. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- BHATIA, S.K. *et al.* A note on the relative efficiency of feed intake and digestibility in cattle and buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.*, Gainesville, v. 49, n. 6, p. 468-469, 1979.
- CARRO, M.D. *et al.* Influence of yeast culture on the *in vitro* fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 37, p. 209-220, 1992.
- DEHORITY, B.A. *Rumen microbiology*. Columbus: The Ohio University States, 1991.
- FRANZOLIN, R. Feeding efficiency: a comparison between buffalo and cattle. *Buffalo J.*, Bangkok, n. 2, p. 39-50, 1994.
- GOODRICH, R.D. *et al.* Influence of monensin on the performance of cattle. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984.
- KAMALAMMA, U. *et al.* Effect of feeding yeast fermentation *in vitro* and production performance in crossbred dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 57, p. 247-256, 1996.
- KEARL, L. *Nutrients requirements of ruminant in development countries*. Logan: Utah State University, 1982.
- LANA, R.P.; RUSSEL, J.B. Use of potassium depletion to assess adaptation of ruminal bacteria to ionophores. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 62, p. 4499-4503, 1996.
- MORAIS, J.A.S. *et al.* Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T. *et al.* (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Prol, 2006. cap. 18, p. 539-570.

- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy of Press, 2001.
- NICODEMO, M.L.F. *Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001.
- PEREIRA, E.S. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.
- POMAR, C. et al. High-roughage rations with or without monensin for veal production. II. Ration digestibility. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v. 69, p. 403-410, 1989.
- RICKE, S.C. et al. Effects of lasalocid and monensin on nutrient digestion, metabolism and rumen characteristics of sheep. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 58, p. 194-202, 1984.
- RODRIGUES, P.H.M. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 449-455, 2001.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: A comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 66, p. 552-558, 1988.
- SANGWAN, D.C. et al. Effect of dietary fiber and protein source on rumen metabolites and nutrients digestibility in cattle and buffalo. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, v. 57, p. 562-569, 1987.
- SAS-Statistical Analysis System. *SAS user's guide for windows environment 8.01*. Cary: SAS Institute, 2000.
- SHARMA, D.D. Nutritional aspect in relation to meat production from buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2nd, 1988, New Delhi. *Annals...* New Delhi, 1988. p. 475-490.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- STEWART, C.S.; RICHARDSON, A.J. Enhanced resistance of anaerobic rumen fungi to the ionophores monensin and lasalocida in the presence of methanogenic bacteria. *J. Appl. Bacteriol.*, Washington, D.C., v. 66, n. 1, p. 85-93, 1989.
- WALLACE, R.J. Ruminant microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 72, n. 11, p. 2992-3003, 1994.
- WANAPAT, M. et al. A comparative study on the rumen microbial population of cattle and swamp buffalo raised under traditional village conditions in the northeast of Thailand. *Asian Austral. J. Anim. Sci.*, Seoul, v. 13, n. 7, p. 918-921, 2000.

Received on April 03, 2007.

Accepted on October 28, 2007.