



Avaliação da monensina administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com uréia

Paulo Henrique Mazza Rodrigues¹, Kleber da Cunha Peixoto Júnior², Sérgio Carlo Franco Morgullis³, Estela Jorge Alves da Silva⁴, Paula Marques Meyer⁵, Alexandre Vaz Pires⁶

¹ Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP: 13630-000, Pirassununga, SP. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq.

² Doutorado da FMVZ/USP.

³ Médico Veterinário da Minerthal.

⁴ Mestranda do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP.

⁵ Analista Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

⁶ Departamento de Zootecnia - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP.

RESUMO - Foi objetivo desta pesquisa avaliar os efeitos da monensina sódica administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta sobre o perfil fermentativo ruminal de bovinos alimentados com volumosos de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com nitrogênio não-protéico. Doze fêmeas bovinas (736 kg de PV) fistuladas no rúmen foram distribuídas em blocos em função do peso vivo, utilizando-se dois períodos sucessivos de 28 dias cada (24 unidades experimentais). O arranjo de tratamentos – combinados com a presença ou ausência de suplementação diária de 20 g uréia/100 kg PV – correspondeu ao fatorial 3 x 2, no qual duas formas de administração de monensina (convencional ou dispositivo de liberação lenta), na dose de 300 mg/anim.dia, foram comparadas ao controle. O feno de Tifton 85 de baixo valor nutritivo foi o único alimento oferecido. Amostras de líquido ruminal foram coletadas no 28º dia às 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a primeira refeição e o feno, incubado por 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, entre o 24º e 27º dia, para avaliação da degradabilidade *in situ*. O único efeito causado pela administração da uréia foi o aumento das concentrações ruminiais de nitrogênio amoniacal. Independentemente da suplementação com uréia, os tratamentos convencional e com bólus diminuíram o consumo de MS em 25,4 e 27,8%, respectivamente, e a degradabilidade efetiva da FDN do feno em 17,4 a 34,4% e 11,9 a 12,7%, dependendo da taxa de passagem ruminal utilizada, e aumentaram a concentração molar de ácido propiônico em 60,2 e 42,7%, quando comparados ao controle. Entretanto, não alteraram o pH, a concentração total de AGVs ou de amônia. Com base na relação acetato/propionato ruminal, o tratamento com bólus apresentou eficiência de 77%, em relação ao tratamento convencional, o que corresponde a uma liberação de 232 mg de monensina sódica/anim.dia.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, degradabilidade, ionóforos, ruminantes

Evaluation of the monensin fed as a conventional form or as a controlled release capsule (bolus) in bovine fed forage of low nutritive value and supplemented or not with urea

ABSTRACT - The objectives of this study were to evaluate the effects of sodium monensin supplied as a conventional form or as a controlled release capsule (bolus) on ruminal fermentation profile of bovine fed low nutritive value forage, supplemented or not with non-protein nitrogen. Twelve rumen-fistulated cows (736 kg of BW) were allocated in blocks, in function of body weight, using two successive 28-day periods (24 experimental units). The treatments were arranged as a factorial 3 x 2, where two forms of monensin administration (conventional or controlled release capsule), at doses of 300 mg/anim.day, were compared to the control, in combination with the supplementation or not with urea (20g/100kg BW). The low nutritive value hay (Tifton 85) was the only feed offered. Ruminal fluid was sampled on the 28th day at 0, 2, 4, 6 and 8 hours after first meal and the hay was incubated for 0, 6, 12, 24, 48, 72, and 96 hours, between the 24th and 27th day, for evaluation of *in situ* degradability. The only effect caused by urea administration was the increase in ruminal ammonia nitrogen concentration. Regardless on the urea supplementation, the conventional and bolus forms of monensin decreased respectively the dry matter intake in 25.4% and 27.8%, the effective degradability of hay NDF from 17.4 to 34.4% and from 11.9 to 12.7%, depending on the ruminal passage rate used, and increased the molar proportion of propionic acid in 60.2 and 42.7%, when compared to the control. However, they did not alter pH, total VFA or ammonia concentrations. Based on ruminal acetate/propionate ratio, bolus treatment showed an efficiency of 77%, when compared to conventional treatment, corresponding to liberation of 232 mg of sodium monensin/anim.day.

Key Words: degradability, ionophores, ruminants, volatile fatty acids

Introdução

Os nutricionistas de ruminantes têm buscado a melhoria da eficiência da fermentação ruminal, seja pela produção de ácido propiônico, pela diminuição da metanogênese ou pela redução da proteólise e deaminação de proteínas no rúmen. Estes objetivos foram perseguidos por meio da manipulação da dieta, porém, nas últimas décadas, grande número de compostos químicos tem sido testado para os mesmos fins (Bergen & Bates, 1984).

Uma classe desses compostos com ótimos resultados como aditivos alimentares são os denominados antibióticos ionóforos poliéster carboxílicos, os quais são substâncias produzidas por várias cepas de *Streptomyces sp*, incluindo-se a monensina, lasalocida, salinomina, narasina, entre outras.

Por definição, ionóforos são moléculas de baixo peso molecular capazes de interagir estequiometricamente com íons metálicos, servindo como transportadores mediante os quais estes íons podem ser levados através de uma membrana lipídica biomolecular (Ovchinnikov, 1979). Entretanto, os efeitos dos ionóforos sobre o consumo de alimentos, a digestibilidade, degradabilidade, os parâmetros de fermentação no rúmen e o desempenho animal são variáveis, em razão, parcialmente, das diferentes condições experimentais (Galloway, 1993).

Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da administração da monensina, seja na forma de bólus de liberação lenta ou na forma convencional, sobre o consumo de alimentos, os parâmetros de fermentação ruminal e a degradabilidade *in situ* da fibra, considerando uma dieta à base de feno de gramínea de baixa qualidade suplementada ou não com nitrogênio não-protéico.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida nas dependências do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (Campus de Pirassununga).

Doze fêmeas bovinas mestiças, portadoras de cânulas ruminais, com peso médio corporal de 736 kg no início do experimento, não-lactantes e não-gestantes, foram distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados formados em função do peso vivo dos animais, repetidos em dois diferentes subperíodos experimentais, perfazendo um total de 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 3 x 2, correspondendo ao fator monensina sódica administrada

na dose de 0 mg/animal.dia (Controle), 300 mg/animal.dia administrada na forma convencional ou 300 mg/animal.dia administrada na forma de dispositivo ruminal de liberação lenta (bólus), suplementados ou não com uréia na dosagem de 20 g para cada 100 kg de peso vivo por dia.

Como fonte de monensina sódica, foram utilizados o produto comercial Rumensin (ELANCO), para o tratamento convencional, e o Rumensin ABC (ELANCO), para o tratamento na forma de dispositivo de liberação lenta (bólus). Para o tratamento convencional, o produto foi pesado em balança analítica e, após, acondicionado em envelopes confeccionados em papel absorvente, que foram administrados diariamente no interior do rúmen, através da fístula ruminal, no momento das refeições, e misturados ao conteúdo ruminal por meio de agitação manual. Para o tratamento bólus, estes dispositivos foram colocados no interior do rúmen, via fístula, no início do período experimental e retirados somente ao final deste período.

As dietas à base de feno de Tifton foram acrescidas de 10 g de sal branco (NaCl) e 10 g de suplemento mineral para cada 100 kg de peso vivo por dia. Estes suplementos foram administrados, juntamente com a uréia, nos animais que receberam esse tratamento, diretamente por intermédio da fístula ruminal, sendo a dose diária destes compostos dividida em duas vezes por dia. A alimentação foi fornecida em duas refeições (8 e 16 h), permitindo-se 15% de sobras para o feno. O suplemento mineral possuía a seguinte composição por kg de produto: 146 g de Ca, 90 g de P, 14 g de Mg, 15 g de S, 105 g de Na, 4.800 mg de Zn, 1.500 mg de Cu, 1.200 mg de Mn, 2.300 mg de Fe, 150 mg de Co, 180 mg de I, 18 mg de Se e 900 mg de F (máximo).

O período experimental foi constituído de 28 dias, sendo os primeiros 23 dias destinados à adaptação dos animais às dietas (os sete primeiros dias para adaptação à uréia para os animais que receberam este tratamento). Entre o 24^o e 27^o dia, avaliaram-se o consumo e a degradabilidade *in situ* e no 28^o dia foi coletado o líquido ruminal.

A degradabilidade da FDN do feno foi medida pela técnica de sacos de náilon *in situ* (Mehrez & Ørskov, 1977), utilizando-se sacos (10,0 x 19,0 cm) com aproximadamente 6 g do feno seco em estufa com ventilação forçada a 65°C por 72 horas, previamente moído em peneira de 5 mm.

Os sacos foram incubados no rúmen durante 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo imediatamente lavados em água corrente até que o líquido de lavagem fluísse incolor. Após, foram secos em estufa a 65°C por 72 horas para pesagem e análises posteriores. A degradabilidade em tempo zero foi tomada mergulhando-se os sacos em um recipiente contendo água a 39°C, durante 10 minutos.

As análises bromatológicas de MS, PB, EE, FB e MM do feno foram realizadas segundo recomendações de AOAC (1980), e as de FDN e FDA, de Van Soest et al. (1991). Para a análise de FDN, foi omitido o sulfito de sódio (Tabela 1).

Os dados de degradabilidade, calculados pela diferença de pesagens dos sacos antes e após a incubação, foram ajustados à equação $p = a + b(1 - e^{-ct})$ (Ørskov & McDonald, 1979), em que p é a quantidade degradada ao tempo (t); a , a fração rapidamente solúvel; b , a fração potencialmente degradável; e c , a taxa de degradação na qual a fração descrita por b será degradada por hora. As constantes a , b e c da equação exponencial foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial ($a + b$) e a degradabilidade efetiva (De) pela fórmula (AFRC, 1992): $De = a + (b \times c)/(c + k)$, em que k representa a taxa de saída do rúmen por hora, sendo utilizadas taxas iguais a 0,02; 0,05 e 0,08/h.

Amostras de líquido ruminal foram coletadas às 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a primeira refeição, em três pontos diferentes do rúmen, por uma bomba a vácuo. Foram coletados 500 mL de líquido ruminal, dos quais 50 mL foram centrifugados a 2.000 x g por 15 minutos. O volume de 1,0 mL do sobrenadante foi colocado em tubo de ensaio e acrescido de 0,2 mL de ácido fórmico P.A. e congelado para posterior determinação dos AGVs. Após, 2 mL de líquido ruminal foram adicionados a 1 mL de solução de ácido sulfúrico (1 Normal) e congelados a -20°C para posterior determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Os AGVs foram determinados por cromatografia gasosa (Erwin et al., 1961) em cromatógrafo a gás (marca FINNIGAN, modelo 9001), equipado com coluna de sílica MEGABOR (marca OHIO VALLEY, modelo OV-351) de 30 m x 0,53 mm e fase estacionária de 1,0 mícron. As análises de N-NH₃ foram realizadas por colorimetria, segundo método proposto por Kulasek (1972) e adaptado por Foldager (1977), e de pH do fluido ruminal, por potenciômetro digital portátil, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

As análises estatísticas referentes ao consumo de MS e à degradabilidade *in situ* da FDN do feno foram realizadas por análise de variância, pelo PROC GLM do SAS, que separou como causas de variação os efeitos de monensina, de uréia e de interação, bem como efeito de bloco e efeito de

período. Na presença de efeito de monensina, a comparação entre tratamentos foi feita pelos contrastes ortogonais. No primeiro contraste, separou-se efeito de dose de monensina, ou seja, 0 *versus* 300 mg de monensina/animal/dia administrado na forma de bólus ou convencional. No segundo contraste, foi separado efeito de forma de administração da monensina, ou seja, comparou-se o tratamento de 300 mg de monensina/animal/dia na forma de bólus *versus* 300 mg de monensina/animal/dia administrado na forma convencional. Os dados referentes aos AGVs, ao pH e às concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foram analisados conforme descrito anteriormente, porém adicionados do fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de coleta entre as refeições.

Resultados e Discussão

Foram observados baixos valores de consumo de MS, provavelmente em razão da baixa qualidade do feno utilizado e do alto peso dos animais, uma vez que é freqüente observar baixo consumo de MS em função do peso vivo em animais pesados (Tabela 2). Não houve efeito da interação monensina x suplementação com nitrogênio não-protéico sobre o consumo de MS. Independentemente da presença ou ausência de suplementação com uréia, o tratamento convencional e com bólus tenderam a diminuir, respectivamente, o CMS em 25,4 e 27,8% ($P=0,0766$), quando expresso em kg/dia. Porém, diminuíram significativamente o consumo em 25,8 e 32,6% ($P=0,0249$), quando expresso em porcentagem do PV, e em 26,2 e 31,7% ($P=0,0286$), quando expresso em g/kg de peso metabólico. A administração da monensina na forma convencional ou dispositivo de liberação lenta não diferiu ($P>0,05$) para o consumo de MS, corroborando os resultados obtidos por Gallardo et al. (2003), que, utilizando cápsulas de monensina de liberação lenta em vacas no pré-parto e final de gestação, não observaram diferença significativa entre as formas de administração para o consumo de MS.

Os dados obtidos neste experimento concordam com a hipótese postulada por Baile et al. (1979) de que os ionóforos reduzem o consumo de alimentos, independentemente do tipo de dieta, mas não permitem confirmar a inferência de Schelling (1984) de que os ionóforos deprimem o consumo voluntário de alimentos quando os animais são alimentados com dietas predominantemente concentradas, mas podem incrementar o consumo em condições de dietas predominantemente volumosas. Entretanto, a diminuição do consumo observada neste experimento, de até 32,6%, é bastante alta em comparação à encontrada

Tabela 1 - Composição bromatológica do feno de Tifton¹

Table 1 - Chemical composition of Tifton hay

MS (%) DM	PB (% MS) CP (% DM)	EE (% MS)	MM (% MS) Ash (% DM)	FDN (%) NDF	FDA (%) ADF
89,75	3,14	0,39	3,42	79,00	46,86

por Goodrich et al. (1984), média de 6,4%, em extensa revisão do assunto. A suplementação com uréia também não alterou o consumo de MS.

Não se observou efeito da interação monensina \times suplementação com nitrogênio não-protéico para as variáveis estudadas (Tabela 3), corroborando o resultado observado por Gelinski et al. (2000), que não observaram efeitos de interação administração de monensina \times uréia no desempenho de bovinos confinados. Independentemente da presença ou ausência de suplementação com uréia, o tratamento convencional e com bólus diminuíram, respectivamente, a proporção molar de acetato em 11,0 e 7,0% ($P=0,0001$) e a de butirato em 30,5 e 31,0% ($P=0,0001$) e aumentaram a proporção molar de propionato em 60,2 e 42,7% ($P=0,0001$), quando comparados ao controle. Estas respostas resultaram em redução de 44,0 e 34,0% ($P=0,0001$) na relação acético/propiónico, decorrentes dos tratamentos convencional e com bólus, respectivamente, em relação ao grupo controle. Nenhum efeito da monensina foi observado sobre o pH e a concentração total de AGVs ou de nitrogênio amoniacal, tão pouco o tratamento convencional diferiu

do bólus para quaisquer das variáveis fermentativas. Mutsvangwa et al. (2002), administrando monensina sob a forma convencional ou em bólus para a atenuação de acidose ruminal subaguda em vacas fistuladas, também não observaram efeitos de tratamento sobre as características ruminais de nitrogênio amoniacal, pH ou concentração total de AGVs. A ausência de efeito da monensina sobre a concentração de nitrogênio amoniacal é compatível à observação de Lana et al. (1997) de que a monensina tem maior tendência em melhorar a eficiência de utilização do nitrogênio em dietas à base de proteína verdadeira (farelo de soja), em vez de nitrogênio não-protéico (uréia), condição diferente da utilizada neste experimento, em que a dieta era pobre em PB ou suplementada com uma fonte de nitrogênio não-protéico.

A administração da monensina na forma de bólus de liberação lenta tem a vantagem inerente de não exigir que o animal ingira o produto frequentemente, como exigido pelo produto convencional, que deve ser ingerido pelo menos diariamente. Espera-se também que essa forma de administração apresente a vantagem de permitir liberação mais constante do produto no interior do rúmen, promovendo menor flutuação dos resultados observados. Para os dados de proporção molar de AGVs, bem como de relação acético/propiónico, não foi observada interação tratamentos \times tempo de amostragem do líquido ruminal, indicando que a administração de monensina não-convencional (bólus) foi semelhante ao tratamento convencional, ao promover menor flutuação diária sobre esses parâmetros de fermentação (Figura 1). É possível que essa falta de efeito decorra do tipo de dieta utilizada, ou seja, alimento volumoso de baixa qualidade, bem como da alta frequência de administração de monensina adotada neste experimento para o tratamento convencional, ou seja, duas vezes ao dia.

O único efeito observado da suplementação de uréia ocorreu sobre as concentrações ruminais de nitrogênio

Tabela 2 - Consumo de MS obtido com os tratamentos¹

Table 2 - DM intake obtained with treatments

Tratamento Treatment		Consumo Intake		
Uréia Urea	Monensina Monensin	CMS (kg/d) DMI	CMS (%PV) DMI (%BW)	CMS (g/PV ^{0,75}) DMI (g/BW ^{0,75})
Combinacão Combination				
	0	4,37	0,913	42,65
0	300/Conv.	3,68	0,707	33,46
	300/Bólus	3,50	0,790	36,04
	0	5,41	1,176	54,25
20	300/Conv.	3,75	0,898	40,35
	300/Bólus	3,71	0,618	30,49
Efeito principal Main effect				
0		3,80	0,793	36,91
20		4,40	0,925	42,91
	0	4,97	1,063	49,28
	300/Conv.	3,71	0,789	36,41
	300/Bólus	3,59	0,716	33,66
Média Mean				
Média Mean		4,09	0,856	39,78
CV (%)		33,92	33,57	31,70

¹ CMS: consumo de MS (kg/anim.d), em porcentagem do peso vivo (%PV) ou em g/kg de peso metabólico (g/PV^{0,75})

¹ DMI: DM intake (kg/anim.d), percentage of body weight (%BW), or g per kg of metabolic weight (g/BW^{0,75}).

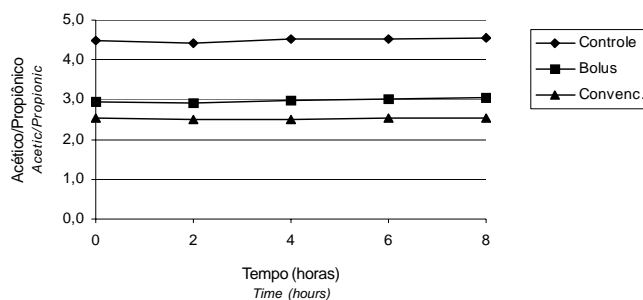


Figura 1 - Relação ácidos acético/propiónico obtida com os tratamentos nos diferentes tempos de amostragem.

Figure 1 - Acetic/propionic acids ratio obtained with the treatments in the different sampling times.

Tabela 3 - Características de fermentação ruminal obtidos com os tratamentos

Table 3 - Ruminal fermentation characteristics obtained with treatments

Tratamento Treatment		Característica Characteristic						
Uréia Urea	Monensina Monensin	pH	AGV VFA	C ₂	C ₃	C ₄	C ₂ /C ₃	N-NH ₃ NH ₃ -N
		Combinação Combination						
0	0	6,82	40,47	77,21	15,55	6,24	4,68	0,96
	300/Conv.	6,82	44,09	68,06	27,55	4,39	2,52	1,80
	300/Bólus	6,82	43,22	70,73	24,50	4,77	2,92	1,48
20	0	6,83	45,08	76,39	17,56	6,05	4,37	20,04
	300/Conv.	6,83	46,87	68,63	27,29	4,08	2,52	20,39
	300/Bólus	7,00	40,86	72,14	24,35	3,51	3,04	23,87
		Efeito principal Main effect						
0		6,82	42,49	71,52	23,44	5,03	3,26	1,46
20		6,88	44,35	72,78	22,52	4,70	3,41	21,29
		Média Mean						
Média Mean		6,85	43,53	72,13	23,00	4,87	3,33	10,90
CV (%)		3,07	12,59	5,69	21,43	23,46	28,04	133,31

¹ AGV: concentração total de ácidos graxos voláteis (mM); C₂: acético (% molar); C₃: propiônico (% molar); C₄: butirico (% molar); C₂/C₃: relação acético:propiônico; N-NH₃: nitrogênio amoniacal (mg/dL).

¹ VFA: total concentration of volatile fatty acids (mM); C₂: acetic (molar%); C₃: propionic (molar%); C₄: butyric (molar%); C₂/C₃: acetic:propionic ratio; NH₃-N: ammoniacal nitrogen (mg/dL).

amoniacal (P=0,0001). Como era de se esperar, o tratamento com 20 g de uréia/100 kg de PV resultou em aumento nos níveis ruminais de amônia em 14,6 vezes, em relação ao tratamento sem suplementação.

Os resultados deste experimento corroboram aqueles em que a monensina aumenta a proporção molar de propionato em detrimento do acetato e/ou butirato, sem, contudo, alterar a concentração total de AGVs (McCartor et al., 1979; Galloway et al., 1993; Yang & Russell, 1993; Haimoud et al., 1995). Nesta pesquisa, esse efeito foi ainda independente da maior disponibilidade de nitrogênio amoniacal promovida pela suplementação de uréia. Com relação ao dispositivo de liberação lenta, esta forma de administração de monensina apresentou-se bastante satisfatória, correspondendo a uma eficiência de 77,3% em relação à forma convencional, quando se tomou a relação acético/propiônico como referência. Considerando que, na forma convencional, foram administrados 300 mg/animal/dia de monensina, pode-se inferir que o dispositivo de liberação lenta liberou 232 mg/animal/dia (300 x 77,3/100), valor próximo ao de 300 mg/animal/dia apresentado pelo fabricante do produto. Ainda é preciso lembrar que, em

nenhuma das variáveis estudadas, as formas convencional ou dispositivo de liberação lenta diferiram estatisticamente entre si.

A monensina, administrada na forma de dispositivo de liberação lenta ou convencional, não alterou o pH ruminal, embora este já se encontrasse suficientemente elevado em razão do excesso de fibra na forrageira utilizada como único alimento disponível. Esta ausência de efeito confirma a observação de Schelling (1984) de que, sob excesso de carboidratos rapidamente fermentescíveis, os ionóforos aumentam o pH e diminuem as concentrações de lactato no rúmen, enquanto, na ausência desses carboidratos, os ionóforos poderiam não alterar o pH ruminal e até aumentar as concentrações de ácido láctico. Da mesma forma, Wampler et al. (1998) demonstraram, em experimentos *in vitro*, que a monensina era mais potente em reduzir o crescimento de *Streptococcus bovis*, com conseqüente diminuição da produção de ácido láctico, quando o pH do meio de cultura era mais baixo (5,7 versus 6,7). Os resultados encontrados neste experimento confirmam os achados acima de que a resposta do pH ruminal à presença da monensina é dependente das condições de fermentação ruminal.

Os dados encontrados para os níveis ruminais de nitrogênio amoniacal discordam dos observados por Starnes et al. (1984), os quais demonstraram que os ionóforos diminuem a atividade ureolítica ruminal, sendo este efeito maior para a monensina, quando comparada à lasalocida. Entretanto, é possível que esse efeito da monensina em diminuir as concentrações ruminais de amônia seja dependente da quantidade de carboidratos rapidamente disponíveis na dieta ou, então, que este efeito desapareça com a adaptação dos animais aos ionóforos, como demonstrado por Kats et al. (1986). Outra possibilidade é que os ionóforos atuam sobre as bactérias proteolíticas, mas não sobre as ureolíticas, uma vez que a dieta utilizada era pobre em proteína verdadeira. Os dados de Lana et al. (1997) suportam que os efeitos da monensina sobre a eficiência de utilização do nitrogênio não são mediados apenas pelo metabolismo energético no rúmen, mas também pelo metabolismo protéico, uma vez que esses pesquisadores observaram interação monensina × fonte de nitrogênio utilizada na dieta.

Não se constatou efeito da interação monensina × suplementação com uréia sobre as variáveis de degradabili-

dade ruminal *in situ* da FDN do feno (Tabela 4). Independentemente da presença ou ausência de suplementação com uréia, o tratamento convencional e com bólus diminuíram, respectivamente, a fração potencialmente degradável (parâmetro *b*) em 8,4 e 16,3% ($P = 0,0261$), embora a fração solúvel (parâmetro *a*) e a taxa de degradação (parâmetro *c*) não tenham sido alteradas, quando comparadas ao controle. Esta resposta resultou em quedas respectivas de 17,4 e 12,7% ($P = 0,0092$) e de 23,9 e 11,9% ($P = 0,0499$) na degradabilidade efetiva para taxa de passagem de 2 e 5%/h, considerando-se os tratamentos convencional e dispositivo de liberação lenta, respectivamente, em relação ao controle. A degradabilidade potencial também foi reduzida em 10,5 e 17,3% ($P = 0,0099$), respectivamente, em relação ao controle. Para quaisquer das variáveis alteradas pela dose de monensina (ausência vs. demais), em nenhuma foi observada diferença entre as formas de administração (convencional vs. dispositivo), indicando mais uma vez equivalência das duas formas estudadas.

Embora os dados obtidos nesta pesquisa corroborem outros que também demonstraram diminuição do desaparecimento da fibra no rúmen (Lemenager et al., 1978; Bogaërt

Tabela 4 - Degradabilidade ruminal da FDN do feno obtida com os tratamentos

Table 4 - Ruminal NDF degradability of hay obtained with the treatments

Tratamento Treatment		Característica Characteristic						
Uréia Urea	Monensina Monensin	a	b	c	De2	De5	De8	DP
		Combinação Combination						
0	0	-4,84	62,88	0,0171	23,60	10,92	6,08	58,04
	300/Conv.	-5,20	54,04	0,0218	21,73	10,37	5,79	48,85
	300/Bólus	-4,33	52,04	0,0243	24,05	12,57	7,71	48,02
20	0	-4,25	55,31	0,0272	27,52	15,17	9,73	51,06
	300/Conv.	-5,36	53,10	0,0221	20,84	9,87	5,41	47,74
	300/Bólus	-4,20	44,51	0,0254	20,58	10,72	6,48	40,31
		Efeito principal Main effect						
0		-4,78	55,84	0,0214	23,08	11,32	6,56	51,05
20		-4,56	51,40	0,0251	23,43	12,24	7,46	46,84
	0	-4,50	58,55	0,0228	25,84	13,35	8,17	54,05
	300/Conv.	-5,26	53,64	0,0219	21,35	10,16	5,63	48,37
	300/Bólus	-4,28	48,99	0,0247	22,56	11,76	7,18	44,71
		Média Mean						
Média Mean		-4,68	53,73	0,0232	23,25	11,76	6,99	49,04
CV		26,84	14,70	25,91	14,31	23,87	34,33	14,86

¹ a, b e c referem-se aos parâmetros de Orskov & McDonald (1979); De = degradabilidade efetiva para taxas de passagem iguais a 0,02, 0,05 e 0,08; Dp = degradabilidade potencial.

¹ a, b and c are Orskov & McDonald (1979) parameters; De = effective degradability for passage rates of 0.02, 0.05, and 0.08; Dp = potential degradability.

et al., 1991; Haimoud et al., 1995), não concordam com a explicação de Branine & Galyean (1990), ao afirmarem que os possíveis efeitos indiretos dos ionóforos sobre a degradação da fibra no rúmen poderiam ser explicados pelo efeito destes compostos sobre o pH do líquido ruminal. Neste experimento, o decréscimo na degradação da fibra não foi seguido de alteração no pH ruminal.

Nenhum efeito significativo da uréia foi observado sobre os parâmetros de degradabilidade ruminal da fibra, apesar de o feno usado aparentemente não ter fornecido nitrogênio suficiente para a adequada atividade microbiana.

É possível inferir que a dose de 300 mg/animal/dia de monensina é excessivamente elevada quando se consideram as condições de animais em pastejo. Ao combinar três níveis de fibra com três doses de monensina, administrada na forma convencional, Rodrigues (2004) observou que a resposta à monensina varia com o nível de fibra da dieta e a dose do produto. De forma geral, este pesquisador demonstrou que a resposta à monensina é menor em dietas com altos níveis em fibra, sendo suficiente baixa dose do produto (150 mg/animal/dia) para desencadear respostas máximas. Contrariamente, a resposta à monensina é maior em dietas com baixos níveis em fibra, sendo necessárias maiores doses do produto (300 mg/animal/dia) para desencadear respostas máximas.

Observou-se que a dose de 300 mg/animal/dia de monensina pode ter sido adequada para causar boa resposta sobre o perfil ruminal de ácidos graxos voláteis, mas excessivamente elevada por desencadear pronunciada diminuição da digestão ruminal da fibra, fator que poderia ser responsável pela depressão no consumo. Embora necessite de maiores estudos para comprovação, é possível que menores doses do produto sejam capazes de alterar benéficamente a fermentação ruminal, sem, contudo, deprimir o consumo.

Conclusões

A monensina, quando administrada a bovinos na forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta, melhora o perfil de fermentação ruminal, independentemente da ausência ou presença de suplementação com nitrogênio não-protéico. Entretanto, em condições de alimentação com forragens de baixa qualidade, esses benefícios alcançados podem ser anulados pela queda do consumo resultante da depressão da digestão ruminal da fibra.

A administração de monensina por dispositivo de liberação lenta é tão eficiente quanto a forma convencional e

apresenta a vantagem adicional de não exigir administrações diárias do produto.

Agradecimento

Aos funcionários Everson Lázaro e Gilmar Botteon, pelo cuidado com os animais, e aos técnicos Ari de Castro, Gilson de Godoy, Simi Aflalo e Isabel Ramos, pela ajuda com as análises laboratoriais.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical committee on responses to nutrients. Nutritive requirements of ruminants animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.62, n.12, p.787-835, 1992 (Report, 9).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 10.ed. Washington.: 1980. 1015p.
- BAILE, C.A.; McLAUGHLIN, C.L.; POTTER, E.L. et al. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.48, n.6, p.1501-1508, 1979.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.
- BOGAËRT, C.; GOMEZ, L.; JOUANY, J.P. Effects of lasalocid and cationomycin on the digestion of plant cell walls in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.379-388, 1991.
- BRANINE, M.E.; GALYEAN, M.L. Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.1139-1150, 1990.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FOLDAGER, J. **Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. East Lansing: Michigan State University, 1977. 167p. Thesis (Doctor in Animal Science) – Michigan State University, 1977.
- GALLARDO, M.R.; GAGGIOTI, M.C.; CASTRO, H.C. et al. Utilización de monensina cápsulas intrarruminales em vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo de consumo, producción y composición de leche. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**. Anuario 2002, abril 2003.
- GALLOWAY, D.L.; GOETSCH, A.L.; PATIL, A. et al. Feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming low-quality grass supplemented with lasalocid or monensin. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.869-879, 1993.
- GELINSKI, L.A.M.; ANDRIGUETTO, J.L.; ROSSI JR., P. Monensina e uréia de liberação lenta no desempenho de bovinos confinados. **Archives of Veterinary Science**, v.5, n.1, p.137-140, 2000.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.
- HAIMOUD, A.D.; VERNAY, M.; BAYOURTHE, C. et al. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. **Canadian Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.379-385, 1995.
- KATZ, M.P.; NAGARAJA, T.G.; FINA, L.R. Ruminal changes in monensin and lasalocid fed cattle grazing bloat provocative alfalfa pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.1246-1257, 1986.

- KULASEK, G. A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood and blood cells using urease and phenol reagent. **Polskie Archiwum Weterynaryjne**, v.15, n.4, p.801-810, 1972.
- LANA, R.P.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. et al. Influence of monensin on Holstein steers fed high-concentrate diets containing soybean meal or urea. **Journal of Animal Science**, v. 75, n.10, p.2571-2579, 1997.
- LEMENAGER, R.P.; OWENS, F.N.; SHOCKEY, B.J. et al. Monensin effects on rumen turnover rate, twenty-four hour VFA pattern, nitrogen components and cellulose disappearance. **Journal of Animal Science**, v.47, n.1, p.255-261, 1978.
- McCARTOR, M.M.; RANDEL, R.D.; CARROLL, L.H. Dietary alteration of ruminal fermentation on efficiency of growth and onset of puberty in Brangus heifers. **Journal of Animal Science**, v.48, n.3, p.488-494, 1979.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.6, p.645-650, 1977.
- MUTSVANGWA, T.; WALTON, J.P.; PLAIZIER, J.C. et al. Effects of a monensin controlled-release capsule or premix on attenuation of subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.12, p.3454-3464, 2002.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.4, p.499-503, 1979.
- OVCHINNIKOV, J.A. Physic chemical basic of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. **European Journal of Biochemistry**, v.94, n.2, p.321-336, 1979.
- RODRIGUES, P.H.M. Effects of monensin level and roughage/concentrate ratio on ruminal fermentation in bovines. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.13, p.195-198, 2004. Suplemento.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.
- STARNES, S.R.; SPEARS, J.W.; FROETSCHER, M.A. et al. Influence of monensin and lasalocid on mineral metabolism and ruminal urease activity in steers. **Journal of Nutrition**, v.114, n.3, p.518-525, 1984.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WAMPLER, J.L.; MARTIN, S.A.; HILL, G.M. Effects of laidlomycin propionate and monensin on glucose utilization and nutrient transport by *Streptococcus bovis* and *Selenomonas ruminantium*. **Journal of Animal Science**, v.76, n.10, p.2730-2736, 1998.
- YANG, C.M.J.; RUSSELL, J.B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation *in vivo* and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v.71, n.12, p.3470-3476, 1993.

Recebido: 27/1/2006
Aprovado: 31/5/2007