

MARCUS VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA

UTILIZAÇÃO DO IONÓFORO MONENSINA SÓDICA NA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

MARCUS VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA

UTILIZAÇÃO DO IONÓFORO MONENSINA SÓDICA NA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de março de 2003

Prof. José Carlos Pereira
(Conselheiro)

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez

Prof. Carlos Augusto de Alentar Fontes

Prof. Rogério de Paula Lana
(Orientador)

*“Se não houve frutos
valeu pela
beleza das flores
Se não houve flores
valeu pela
sombra das folhas
Se não houve folhas
valeu pela
intenção da semente”*

Deolindo Stradiotti Júnior
ESAL - Lavras, MG

BIOGRAFIA

MARCUS VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA, filho de Maura Moraes de Oliveira e Manoel de Oliveira, nasceu em 15 de outubro de 1971, em Sorocaba-SP.

Em 25 de janeiro de 1997, concluiu o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG.

Em 27 de maio de 1999, concluiu o curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria-RS, recebendo o título de Mestre em Produção Animal.

Em 21 de março de 2003, concluiu o curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, recebendo o título de Doutor em Nutrição de Ruminantes.

AGRADECIMENTO

Ao Professores Dr. Rogério de Paula Lana, Dr. José Carlos Pereira e Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez, que, como grandes amigos me incentivaram, aconselharam e não mediram esforços para que eu conseguisse completar mais uma etapa em minha carreira profissional.

Aos Professores Dr. Sebastião de Campos Valadares Filho e Dr. Carlos Augusto de Alencar Fontes, pela colaboração e pelas sugestões.

Ao Professor José Maurício de Souza Campos, por disponibilizar o Setor de Gado de Leite para a realização dos experimentos.

Aos alunos e amigos desta instituição que souberam me acolher de forma tão respeitosa e companheira, além é claro de me ajudarem de forma decisiva na condução dos experimentos. Entre eles estão o Rafael Teixeira, Juliana Oliveira, Maira Iacovelo, Amarine Furtado, José Maria, Lorena Dadalto, Ivan Carlos, Daniel, Juliana Silva, Patrícia Vasconcelos, Daniela Melo, Maira Camardelli, Eduardo Eifert, Acyr Freitas e Rodrigo Vidal.

À minha mãe Maura, meus irmãos Maria Lúcia, Maura Maria e Manoel, e demais parentes pelo constante incentivo e colaboração incalculável quem me tem prestado.

A minha namorada Dirce F. Luz, que com desvelo e compreensão me ajudou a concluir a etapa final deste doutorado.

A todos os meus amigos que, através de festas, estudos ou auxílio na execução desta tese, foram ótimos.

A todos vocês o meu muito obrigado !

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
Influência da Monensina no Consumo e na Fermentação Ruminal em Bovinos Recebendo Dietas com Diferentes Teores de Proteína	9
Resumo	9
Abstract	10
Introdução	11
Material e Métodos	14
Resultados e Discussão	21
Conclusões	34
Literatura Citada	35
Influência da Monensina no Consumo e na Digestibilidade Aparente de Dietas com Diferentes Teores de Proteína	40
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42

Material e Métodos	45
Resultados e Discussão	48
Conclusões	60
Literatura Citada	61
Desempenho e Custo da Alimentação de Novilhas Leiteiras em Confinamento Recebendo Monensina em Diferentes Níveis	65
Resumo	65
Abstract	66
Introdução	67
Material e Métodos	69
Resultados e Discussão	72
Conclusões	79
Literatura Citada	80
Parâmetros Ruminal, Sangüíneo e Urinário e Digestibilidade de Nutrientes em Novilhas Leiteiras em Confinamento Recebendo Monensina em Diferentes Níveis	82
Resumo	82
Abstract	83
Introdução	84
Material e Métodos	87
Resultados e Discussão	90
Conclusões	104
Literatura Citada	105
3. CONCLUSÕES GERAIS	110

RESUMO

OLIVEIRA, Marcus Vinicius Morais de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003. **Utilização do ionóforo monensina sódica na alimentação de ruminantes.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Conselheiros: José Carlos Pereira e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da inclusão de monensina sódica na dieta de ruminantes, e desse modo verificar as alterações no consumo de alimentos, na fermentação ruminal e, conseqüentemente, nos produtos gerados, na digestibilidade, na retenção de nitrogênio, nos parâmetros sanguíneos e no desempenho de animais. Para isso, foram realizados três experimentos. O primeiro, utilizando quatro novilhos holandeses fistulados ruminalmente e alimentados com dietas contendo baixo (11,4%) e alto teor protéico (16,5%), à base de feno de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), visou quantificar as alterações no consumo e na fermentação ruminal. Nesse ensaio, as dietas com alto teor protéico promoveram aumento da concentração do ácido butírico e da amônia ruminal. A inclusão de monensina, independente do teor protéico das dietas, promoveu diminuição no consumo de alimentos, elevação do ácido propiônico, e redução do ácido butírico, da relação acetato:propionato e da atividade específica de produção de amônia (AEPA). Quando associada à dieta com baixo teor protéico a monensina também reduziu a concentração do ácido acético e promoveu elevação do pH e da síntese de proteína microbiana ruminal. A concentração de amônia ruminal não foi afetada significativamente com a monensina. O segundo experimento, utilizando 25 carneiros mantidos em gaiolas de metabolismo, avaliou a digestibilidade dessas dietas; visando, desse modo, complementar as informações obtidas com os bovinos. Neste experimento, o nível de proteína influenciou significativamente os consumos de proteína

bruta (PB), extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CHOT), havendo maior consumo de proteína na dieta com alto teor protéico e maior consumo de lipídios e carboidratos na dieta com baixo teor protéico. O nível de proteína não influenciou a digestibilidade, com exceção da PB e EE que foram maiores para os animais que consumiram dietas com alto e baixo teor protéico, respectivamente. As dietas com monensina promoveram uma diminuição significativa nos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, EE, CHOT, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), não sendo, no entanto, verificadas alterações na digestibilidade. A monensina reduziu a perda de nitrogênio pelas fezes; todavia, a maior retenção de nitrogênio ocorreu nos animais que não receberam monensina. A dieta contendo feno de capim-braquiária puro foi menos consumida, apresentou menor digestibilidade e balanço de nitrogênio negativo. Um terceiro experimento foi realizado com o intuito de verificar a influência de níveis de monensina (0, 14, 28 e 42 mg/kg de MS consumida) no crescimento de 28 novilhas leiteiras, alimentadas com dietas contendo 32,84% de concentrado e 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1, na MS. Neste ensaio foram também avaliadas as modificações na fermentação ruminal, através de coletas de líquido ruminal às 0 e 2 horas após a alimentação, via sonda esofágica, a digestibilidade e alguns parâmetros sanguíneos. A adição de monensina promoveu uma elevação do custo das dietas, porém os diferentes níveis de monensina não influenciaram significativamente o consumo, o ganho de peso médio diário (GMD), a conversão alimentar (CA) e as alturas de cernelha e de garupa. Antes da alimentação (zero hora), a monensina não influenciou o pH ruminal e nem a concentração de amônia e dos ácidos acético, propiônico e butírico, havendo redução na relação acetato:propionato. Às duas horas, verificou-se redução no pH e na relação acetato:propionato, e aumento na concentração de ácido propiônico. Os estudos de contrastes, onde se comparou o tratamento sem e com monensina, revelaram que ocorreu diminuição da concentração de amônia antes da alimentação. Não foram verificadas mudanças significativas nas concentrações de glicose e uréia sanguínea e de uréia urinária. A monensina também não influenciou os consumos de MS, MO, PB, EE, CHOT e FDN. As digestibilidades da MS, EE e CHOT, e a perda de nitrogênio urinário apresentaram respostas quadráticas.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Marcus Vinicius Morais de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2003. **Use of the ionophore monensin in the feeding of ruminants.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Committee members: José Carlos Pereira and Sebastião de Campos Valadares Filho.

This work aimed to evaluate the effects of the inclusion of monensin in the diet of ruminant, and thus to verify the alterations in the feed intake, in the ruminal fermentation and, consequently, in the generated products, in the digestibility, in the retention of nitrogen, in the blood parameters and in the performance of animals. For that, three experiments were accomplished. In the first experiment, it was used four rumen fistulated Holstein steers, fed diets containing low (11.4%) and high (16.5%) crude protein content, based on brachiaria hay (*Brachiaria decumbens*), seeking to quantify the alterations in the intake and in the ruminal fermentation. In this experiment, the diets with high crude protein content promoted increases in ruminal concentration of butyric acid and ammonia. The monensin inclusion, independent of crude protein content of the diets, promoted decrease in feed intake, elevation of the propionic acid; and reductions of butyric acid, acetate:propionate ratio and specific activity of ammonia production (S.A.A.P.). When associated with the diet with low crude protein content, monensin also reduced the concentration of acetic acid and promoted elevation of ruminal pH and microbial protein synthesis. The concentration of ruminal ammonia was not affected significantly by monensin. The second experiment, using 25 rams maintained in metabolism cages, allowed to evaluate the apparent digestibility of those diets, seeking complementary information obtained with the steers. In this experiment,

the protein level influenced significantly the intakes of crude protein (CP), ethereal extract (EE) and total carbohydrates (TC), having larger intake of protein in the high CP diet and larger intakes of lipids and carbohydrates in the diet with low crude protein diet. The protein level did not influence the digestibility, except for CP and EE that were larger for the animals that consumed diets with high and low protein content, respectively. The diets with monensin promoted a significant decrease in the intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, EE, TC, neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN), not being, however, verified alterations in the digestibility. The monensin reduced the loss of nitrogen in the feces; though, the largest retention of nitrogen happened in the animals that did not receive monensin. The diet containing only brachiaria hay was less eaten, presented smaller digestibility and negative nitrogen balance. A third experiment was accomplished with the intention of verifying the influence of monensin levels (0, 14, 28 and 42 mg/kg of DM intake) in the growth of 28 Holstein heifers fed with diets containing 32.84% of concentrate and 67.16% of corn silage and sugarcane, in the proportion of 1:1 in DM. In this experiment, it was also appraised the modifications in the ruminal fermentation through collections of ruminal fluid at 0 and 2 hours after feeding, by esophageal sounding, digestibility and some blood parameters. The monensin addition promoted an elevation of the cost of the diets, however the different monensin levels did not influence significantly the intake, average daily gain (ADG), feed:gain ratio and the withers and croup heights. Before the feeding (zero hour), monensin did not influence the ruminal pH and the concentration of ammonia and acetic, propionic and butyric acids, but there was reduction in the acetate:propionate ratio. At the 2 hours, there was reduction in the pH and in the acetate:propionate ratio, and increase in the concentration of propionic acid. The studies of contrasts, in which was compared the treatment without versus with monensin, revealed that there was decrease of the concentration of ammonia 0 hour after feeding. There were no effects on glucose and blood urea concentrations and urinary urea. Monensin did not also influence the intakes of DM, OM, CP, EE, TC and NDF. The digestibilities of DM, EE and TC, and the loss of urinary nitrogen presented quadratic effects.

1. INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro é um dos maiores do mundo. No entanto, os índices produtivos, tanto da pecuária de leite como de corte são extremamente diversificados, com determinadas regiões muito desenvolvidas, com alta tecnologia e ótimos índices zootécnicos, e outras regiões que ainda utilizam um regime de criação extrativista apresentando, portanto, índices zootécnicos considerados muito baixos. A explicação para a não adoção de técnicas de criação tecnologicamente corretas requer uma abordagem sistêmica que normalmente não é citada nas pesquisas, já que inúmeros fatores interferem no processo, como os de ordem econômica, política, social e principalmente os edáficos, como tipo de relevo, fertilidade e estrutura do solo, e os climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar, índice pluviométrico e sua distribuição ao longo do ano produtivo.

A forma de criação, baseada fundamentalmente em condições edafoclimáticas, faz com que as produções de leite e de carne no Brasil sejam reguladas com as estações do ano, havendo, assim, maior oferta de produtos na época das chuvas, devido a maior disponibilidade de forragens. Segundo Prates et al. (1999), 80% da produção anual de matéria seca de forragens ocorre nos meses quentes e chuvosos, ou seja, de outubro a

março (primavera-verão), sendo os meses de abril a setembro (outono-inverno) caracterizados por um período seco e deficitário em quantidade e qualidade de pasto. Todavia, a adoção de técnicas de criação baseadas em programas zootécnicos adequados, como a suplementação de animais em pastejo, o semiconfinamento e o confinamento, representam alternativas para contornar o problema de escassez de forragem no período de seca e, conseqüentemente, regularizar a oferta de leite e carne e manter os preços no mercado consumidor estáveis.

A correção das deficiências nutritiva do volumoso normalmente é feita utilizando-se alimentos concentrados, devido à elevada proporção de energia e proteína dos grãos, bem como o fácil manejo e a disponibilidade crescente desses alimentos no mercado. Deste modo, os alimentos concentrados tornaram-se amplamente difundidos e utilizados pela grande maioria dos produtores. O alto preço da ração concentrada faz com que o sistema de criação mais intensivo tenha o custo de produção mais elevado, já que este é totalmente dependente do tipo de alimento fornecido. No entanto, o simples uso de alimentos de alta qualidade não garante o sucesso do empreendimento. Assim, a ração que será oferecida deverá conter os nutrientes requeridos pelo animal na proporção adequada com a performance estipulada, já que a falta de balanceamento entre os nutrientes tenderá a reduzir o desempenho e a eficiência alimentar, tendo como conseqüência aumento no custo da alimentação.

Muitos pesquisadores, como Medel (1991), Russell (1996), Schwarz (1997), Teather & Forster (1998), McGuffey et al. (2001), Sinovec (2001) e Song & Choi (2001) destacaram e outros, como Flachowsky & Richter (1991), O'Kelly & Spiers (1992), Casey et al. (1994), Campos Neto et al. (1995), Stock et al. (1995), Sauer et al. (1998), Werf et al. (1998) e Lana & Fox (2001) comprovaram que o fornecimento de ionóforos otimiza o desempenho dos animais, promovendo diminuição do consumo de matéria seca

e melhoria na conversão alimentar. Esses resultados podem reduzir os custos com a alimentação garantindo, desta maneira, o sucesso do empreendimento. Nos Estados Unidos, a utilização de ionóforos é tão elevada, que cerca de 95% dos produtores fornecem diariamente algum tipo de ionóforo ao seu rebanho. No Brasil, uma moderada parcela dos produtores também tem incluído ionóforos em seus sistemas de criação.

Segundo Haney & Hoehn (1967), ionóforos são produtos da fermentação de vários actinomicetos, produzidos principalmente por bactérias do grupo *Streptomyces cinnamonensis*. Existem atualmente mais de 70 tipos diferentes de ionóforos já identificados, sendo que os mais importantes são a monensina sódica, lasalocida sódica, salinomicina, narasina, tetronasina, lisocelina, dianemicim, nigercim, gramicidim e laidlomocina (Lana, 1998). Porém, no Brasil, apenas os ionóforos monensina sódica e lasalocida sódica, comercializados com o nome de Rumensin e Bovitec, respectivamente, foram aprovados para serem utilizados na alimentação de bovinos de corte e leite.

Os ionóforos inicialmente foram empregados em dietas de aves como agente coccidiostático (Richardson et al., 1976). Sua utilização em dietas de ruminantes surgiu no final da década de 60 através de pesquisas desenvolvidas pela Corporação Eli Lilly, nos Estados Unidos. Estas investigações procuravam um promotor de crescimento análogo ao dietilestilbestrol, de forma que este não fosse estrogênico e que pudesse ser utilizado em dietas de bovinos de corte. Em 1970 a monensina sódica foi testada como parte de um grupo de produtos modificadores da fermentação ruminal, devido a sua eficácia em controlar o desenvolvimento de microrganismos gram-positivos (Russell & Wallace, 1997), sendo esta aprovada como um alimento aditivo melhorador da eficiência alimentar em bovinos confinados, em 16 de dezembro de 1975 (Raun, 1992).

Os mecanismos pelo qual a monensina sódica promove diminuição da ingestão de alimentos ainda não estão elucidados completamente. Todavia, o menor consumo

está relacionado com o maior aproveitamento da energia dietética, sendo isso vinculado com a mudança na concentração dos principais ácidos graxos voláteis (ácidos acético, propiônico e butírico) produzidos no rúmen-retículo e com a maior disponibilidade intestinal de peptídeos e aminoácidos de origem alimentar (Hanson & Klopfenstein, 1979; Byers, 1980; Fox & Black, 1984; Clary et al., 1993).

As alterações nos produtos da fermentação microbiana no rúmen-retículo ocorrem principalmente devido à mudança nas estirpes de bactérias. Este efeito está relacionado com a estrutura química da molécula de monensina, que sendo altamente lipofílica, se adere a membrana celular bacteriana, que é rica em lipídios, promovendo a entrada ou saída de certos íons (Russell, 1996). Após a molécula de monensina se aderir à membrana celular externa de bactérias gram-positivas, ocorre uma intensa perda de K^+ para o meio externo e uma entrada de H^+ para dentro da célula bacteriana, promovendo uma queda de pH. A célula tenta estabilizar o pH e o balanço iônico transportando H^+ para fora através das bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase. Inicialmente, a célula ainda continua sendo capaz de metabolizar a glicose; no entanto, com o passar do tempo, ela é obrigada a mudar o seu metabolismo interno na tentativa de sobreviver. Todavia, a energia gasta com as bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase reduzem a capacidade de crescimento e de reprodução da bactéria. Deste modo, as bactérias acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão ruminal (Russell & Strobel, 1989).

Somente as bactérias gram-positivas (produtoras de ácido acético, butírico e láctico, hidrogênio e amônia) sofrem a ação letal da monensina. As gram-negativas (produtoras de ácido propiônico e succínico) são resistentes, devido à presença de uma dupla membrana externa. Assim, quando a monensina se liga a bactéria, a membrana interna fica protegida, não havendo troca de íons (Russell & Wallace, 1997). Protozoários e fungos não possuem uma dupla membrana externa, sendo também sensíveis a monensina (Dennis et al., 1986).

Deste modo, ocorre no rúmen maior produção de ácido propiônico, diminuição da relação acetato:propionato (Raun, 1992; Badawy et al., 1996; McGuffey et al., 2001), menor produção dos gases metano - CH₄ e carbônico - CO₂ (Bagg, 1997), menor liberação de ácido láctico devido a inibição, principalmente, do crescimento da bactéria *Streptococcus bovis* (Russell & Strobel, 1989; Hegazy & Elias, 1997), elevação do pH ruminal em dietas com alta percentagem de grãos (Russell, 1996; Zhou & Clark, 1999), e diminuição da concentração de amônia em razão da menor fermentação de proteína dietética; havendo, conseqüentemente, um aumento na quantidade de peptídeos e aminoácidos digeridos no intestino delgado (Russell & Martin, 1984; Chen & Russell, 1991; Yang & Russell, 1993). Outros efeitos benéficos da monensina são o aumento da digestibilidade dos alimentos (Wedegaertner & Johnson, 1983; Medel et al., 1991; Salles & Lucci, 2000) e o controle da coccidiose no intestino delgado (Barragry, 1992).

Apesar da monensina sódica ser utilizada há quase 30 anos, a forma de ação desse ionóforo sobre as bactérias ruminais ainda não está completamente entendida. Isso porque os estudos têm sido baseados em experimentos *in vitro* com culturas puras, assumindo-se uma posterior extrapolação destes dados para experimentos *in vivo*. Uma vez que as condições *in vivo* são freqüentemente diferentes daquelas encontradas *in vitro*, a atuação dos ionóforos sobre o desempenho animal ainda permanece discutível (Lana, 1997). Isso reflete claramente a grande diversidade de respostas, tanto *in vitro* como *in vivo*, encontrada pelos pesquisadores em todo o mundo. Desta forma, esta Tese visou contribuir com informações *in vivo* sobre os efeitos da monensina sódica no metabolismo e na performance de ruminantes, bem como fazer uma análise de custo da dieta e as implicações de se fornecer esse ionóforo cotidianamente aos animais.

Os trabalhos descritos a seguir foram redigidos segundo as normas vigentes na Revista Brasileira de Zootecnia (*Brazilian Journal of Animal Science*).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADAWY, S.A.; YOUNIS, M.; SHALASH, M.R.; et al. Monensin effects on rumen metabolic profile, methane production and protozoal population in buffalo-heifers. **Egyptian Journal of Veterinary Science**, v.30, p.49-56, 1996.
- BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. Usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. **Proceedings of a Symposium Held**. At the Ontario Veterinary College, Univ Guelph Canadá, june, p.13-21, 1997.
- BARRAGRY, T.B. Treatment of coccidiosis in lambs. **Irish Veterinary News**, v.14, n.1, p.18-20, 1992.
- BYERS, F.M. Determining effects of monensin on energy value of corn silage diets for beef cattle by linear semi-log methods. **Journal of Animal Science**, v.51, p.158-169, 1980.
- CAMPOS NETO, O.; RAMOS, A.A.; ESCOBAR, M.J.; et al. Evaluation of sodium monensin in dairy cows. **Scientia Agrícola**, v.52, n.2, p.268-273, 1995.
- CASEY, N.H.; WESSELS, R.H.; MEISSNER, H.H. Feedlot growth performance of steers on salinomycin, monensin and a daily rotation between the two. **Journal of the South African Veterinary Association**, v.65, n.4, p.160-163, 1994.
- CHEN, G.; RUSSELL, J.B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.2196-2203, 1991.
- CLARY, E.M.; BRANDT, Jr. R.T.; HARMON, D.L.; et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digest kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3115-3123, 1993.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Res. Vet. Science**, v.41, p.251-256, 1986.
- FLACHOWSKY, G.; RICHTER, G.H. Growth promoters decrease N-excretion in fattening cattle. **Krafftutter**, n.1, p.37-39, 1991.

- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.725-739, 1984.
- HANEY, Jr. M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobiology Agents Chemother**, p.349, 1967.
- HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T. Monensin, protein source and protein levels for growing steers. **Journal of Animal Science**, v.48, p.474-479, 1979.
- HEGAZY, M.A.; ELIAS, A.N. Influence of dietary monensin and lasalocid on age and weight of Barki ram- and ewe-lambs at puberty. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.37, n.74, p.1-15, 1997.
- LANA, R.P. **Effects of monensin on ruminal bacteria, ruminal fermentation and feedlot performance**. Dissertation of Doctor of Philosophy, University Cornell, p.87, august, 1997.
- LANA, R.P. Microbiologia aplicada à nutrição de ruminantes. **Anais do Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia - CONEZ / Universidade Federal de Viçosa - Viçosa / MG**, p.125-138, novembro, 1998.
- LANA, R.P.; FOX, D.G. Interações entre monensina sódica, óleo de soja e fontes de nitrogênio no desempenho de novilhos Aberdeen Angus em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.247-253, 2001.
- 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, Supplement, p.194-203, 2001.
- MEDEL, M.; MERINO, P.; THOMAS, R.; et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.18, n.3, p.153-173, 1991.
- O'KELLY, J.C.; SPIERS, W.G. Effect of monensin on methane and heat productions of steers fed lucerne hay either *ad libitum* or at the rate of 250 g/hour. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.43, n.8, p.1789-1793, 1992.
- PRATES, E.R.; PATIÑO, H.O.; BARCELLOS, J.O.J. Otimizando a utilização dos nutrientes da pastagem pode a utilização da energia da pastagem ser melhorada? XXXVI REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA. **Anais dos Simpósios e Workshops**, Porto Alegre - RS, v.II, p.13-26, 1999.
- RAUN, A.P. Rumensin; “then and now”. In: Rumensin “in the 1990’s”, 1990, Dallas, TX. **Proceedings ... Indianapolis: Elanco Animal Health**, p.A1-A20, 1992.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on ruminal fermentation “in vitro” and “in vivo”. **Journal of Animal Science**, v.43, p.657-664, 1976.
- RUSSELL, J.B. Bactéria. “Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria”. **Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health**. Scientific Update “ On rumensin / Tylan/ Micotil for the professional feedlot consultant”, Amarillo-TX, august, p.E1-E19, 1996.
- RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329-1338, 1984.

- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini review. Effect of ionóforos on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.
- RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. **The Rumen Microbial Ecosystem**, Second edition, p.267-268, 1997.
- SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2. Digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 582-588, 2000.
- SAUER, F.D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R.; et al. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.906-914, 1998.
- SCHWARZ, G. Feed additives for sustainable animal production. **Krafftutter**, n.9, p.348-362, 1997.
- SINOVEC, Z. Growth stimulators: probiotics as alternative. **Zivinarstvo**, v.36, n.10, p.195-202, 2001.
- SONG, M.K.; CHOI, S.H. Growth promoters and their effects on beef production. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.14, n.1, p.123-135, 2001.
- STOCK, R.A.; LAUDERT, S.B.; STROUP, W.W.; et al. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 39-44, 1995.
- TEATHER, R.M.; FORSTER, R.J. Manipulating the rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, Supplement, p.57-69, 1998.
- WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.57, p.168-177, 1983.
- WERF, J.H.J.Van der; JONKER, L.J.; OLDENBROEK, J.K. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.2, p.427-433, 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.
- ZHOU, G.; CLARK, R.S. Effect of rumensin and feed intake variation on ruminal pH in beef cattle. **Journal of Jilin Agricultural University**, v.21, n.4, p.1-5, 1999.

Influência da Monensina no Consumo e na Fermentação Ruminal em Bovinos

Recebendo Dietas com Diferentes Teores de Proteína

Resumo - Foram utilizados quatro novilhos holandeses fistulados no rúmen e alimentados quatro vezes ao dia (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h) com dietas contendo diferentes teores de proteína, com o intuito de se verificar a influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal. As dietas possuíam 11,4 e 16,5% de proteína bruta, na matéria seca, e eram constituídas por 65% de feno de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e 35% de concentrado, sendo o concentrado da dieta com baixo teor protéico à base de milho e uréia e o da dieta com alto teor protéico à base de milho e farelo de soja. O nível de ionóforo utilizado foi de 28 mg de monensina/kg de MS consumida. As amostras de líquido ruminal foram coletadas duas horas após a segunda alimentação diária dos animais. Utilizou-se um delineamento em quadrado latino, com quatro tratamentos e quatro animais, realizando-se análise de variância e contrastes ortogonais completos. As dietas com alto teor protéico promoveram aumento da concentração ruminal do ácido butírico e da amônia. O fornecimento de monensina sódica, independente do teor protéico das dietas, promoveu diminuição no consumo de matéria seca; aumento na concentração de ácido propiônico; e redução no ácido butírico, na relação acetato:propionato e na atividade específica de produção de amônia (AEPA). A monensina quando associada à dieta com baixo teor protéico também promoveu diminuição da concentração do ácido acético e elevação do pH e da síntese de proteína microbiana ruminal. Não foram observadas diferenças estatísticas na concentração de amônia ruminal com a inclusão de monensina.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, amônia, ionóforo, ruminantes

Influence of Monensin in the Intake and Ruminal Fermentation of Bovines Fed Diets Containing Different Protein Contents

Abstract - Four rumen fistulated Holstein steers were fed four times a day (8:00, 11:00, 14:00 and 17:00 hs) with diets containing different protein contents, with the objective of verifying the influence of monensin in intake and ruminal fermentation. The diets had 11.4 and 16.5% crude protein in dry matter, and were constituted of 65% brachiaria hay (*Brachiaria decumbens*) and 35% concentrate, being the concentrate of low protein content based on corn and urea and of high protein content based on corn and soybean meal. The level of ionophore was 28 mg of monensin/kg of DM intake. The samples of ruminal fluid were collected two hours after the second daily feeding. The experimental design was a latin square, with four treatments and four animals. They were accomplished variance analysis and orthogonal contrast. The diets with high protein content promoted increase in the ruminal concentration of butyric acid and ammonia. The supply of monensin, independent of the protein content of the diets, promoted decrease of the dry matter intake; increase in the concentration of propionic acid; and reductions in butyric acid, acetate:propionate ratio and specific activity of ammonia production (S.A.A.P.). Monensin when associated to the diet with low protein content also promoted decrease of acetic acid concentration and elevation of ruminal pH and microbial protein synthesis. No statistical differences were observed in the concentration of ruminal ammonia with the monensin inclusion.

Key Words: ammonia, ionophore, ruminant, volatile fatty acid

Introdução

Ionóforos, como a monensina sódica, são compostos produzidos por bactérias principalmente do grupo *Streptomyces cinnamonensis*, que sendo altamente lipofílicos e tóxicos a muitos microrganismos são definidos como antibióticos (Haney & Hoehn, 1967). No Brasil, a monensina sódica, atualmente, é comercializada com o nome de Rumensin[®]100 Premix pela empresa ELANCO, sendo seu uso liberado para ser incluído em dietas de ruminantes em crescimento, terminação e vacas lactantes.

Aparentemente, os benefícios - principalmente a melhora da eficiência alimentar - proporcionados pela monensina são devidos essencialmente às mudanças que ocorrem na população microbiana do rúmen e, conseqüentemente, no padrão de fermentação dos alimentos. Portanto, quando a monensina é adicionada na dieta dos ruminantes, ela atua sobre o crescimento de certas bactérias, sendo que os produtos gerados durante o metabolismo das bactérias beneficiadas poderão proporcionar vantagens nutricionais e metabólicas, melhorando conseqüentemente, o desempenho do animal.

A presença de uma membrana externa, de natureza lipofílica, existente nas bactérias gram-negativas, juntamente com a habilidade dessas bactérias de gerar ATP a partir da fosforilação por transporte de elétrons, originados de reações como do fumarato ao succinato, do crotonil CoA a butiril CoA e do acrilil CoA a propionil CoA, fazem com que as bactérias gram-negativas sejam resistentes a ação dos ionóforos (Machado & Madeira, 1990). Semelhantemente às bactérias gram-positivas, os protozoários e os fungos não possuem membranas protetoras externa, sendo também sensíveis à monensina, quando avaliados em experimentos *in vitro* (Dennis et al., 1986).

O modelo desenvolvido por Russell & Strobel (1989) tenta explicar os efeitos da utilização do ionóforo monensina sódica sobre o desenvolvimento do *Streptococcus bovis*, uma bactéria ruminal gram-positiva (Figura 1). Quando a monensina liga-se a membrana

celular, a primeira reação que ocorre é uma rápida saída de K^+ e uma entrada de H^+ na célula, sendo isto provocado pela mudança do gradiente iônico externo. O H^+ acumulado no interior da célula ocasionará diminuição do pH. A célula responde a esta queda no pH exportando H^+ para fora e permitindo a entrada de Na^+ para o interior da célula; assim, a segunda reação se caracteriza pelo transporte de Na^+ para dentro e H^+ para fora da célula, embora essa seja menos eficiente que a primeira reação. Uma outra forma de exportar o H^+ é através da bomba de próton ATPase. Assim, grande parte da energia produzida pela célula é utilizada pelas bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase, na tentativa de manter o pH e o balanço iônico celular. Com o passar do tempo, a célula se torna incapaz de continuar metabolizando a glicose, diminuindo assim a capacidade de crescimento e de reprodução da bactéria, de modo que as bactérias acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão ruminal.

Deste modo, como a monensina sódica age selecionando as bactérias gram-negativas (Russell & Wallace, 1997) a produção de ácidos graxos voláteis é modificada, ocorrendo uma diminuição da proporção molar dos ácidos acético e butírico (McGuffey et al., 2001), com conseqüente redução das produções dos gases metano - CH_4 e carbônico - CO_2 (Bagg, 1997); um aumento da proporção de ácido propiônico (Badawy et al., 1996), seguido por elevação das concentrações de propionato hepático e dos níveis de glicose sanguínea (Maas et al., 2001). Outros efeitos benéficos da monensina, em nível ruminal, são o controle do lactato, devido à inibição do *Streptococcus bovis* - principal bactéria causadora da acidose láctica (Dennis et al., 1981); elevação do pH ruminal, principalmente em dietas com alta porcentagem de grãos (Russell, 1996); e diminuição da concentração de amônia ruminal, devido a menor degradação de peptídeos e aminoácidos no rúmen, sendo estes posteriormente digeridos e absorvidos no intestino delgado (Hegazy & Elias, 1997). Também pode ser mencionado que a monensina promove redução da ingestão, seguido por

modificações na taxa de passagem do alimento (Machado & Madeira, 1990), além da melhora na digestibilidade das dietas (Wedegaertner & Johnson, 1983).

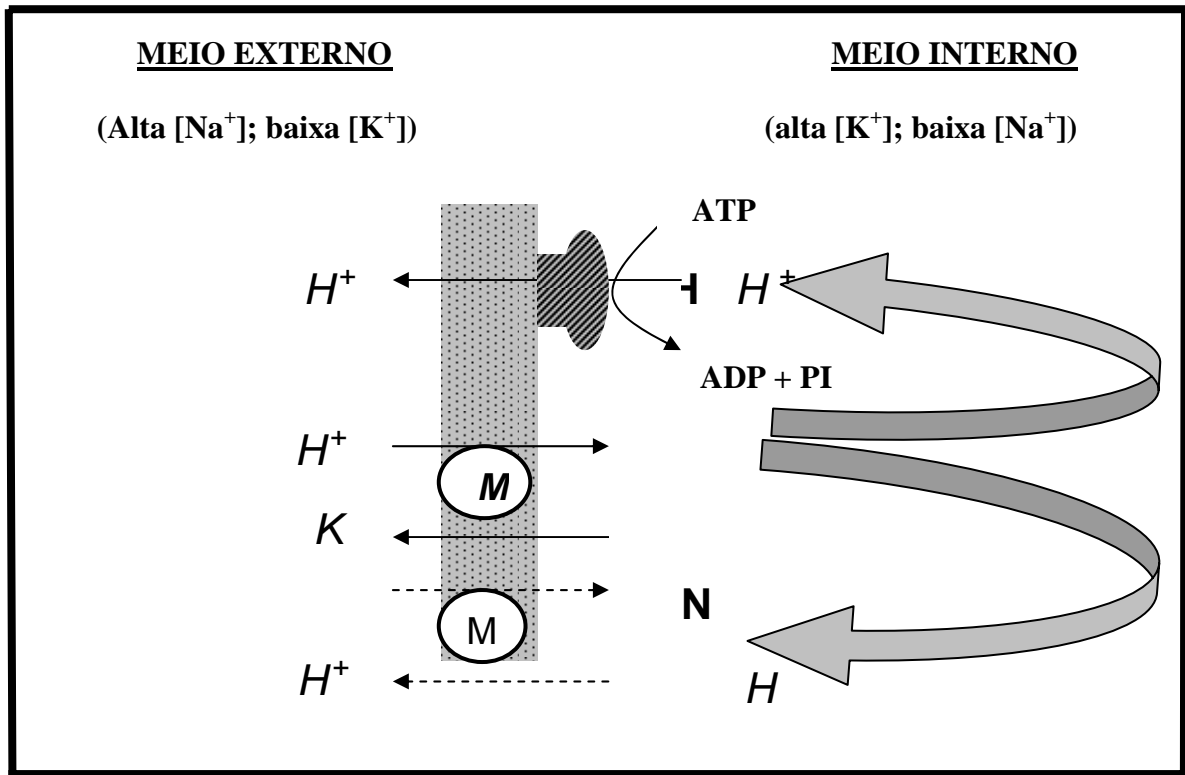


Figura 1 - Diagrama esquemático mostrando os efeitos hipotéticos da monensina (M) sobre o fluxo de íons em bactérias gram-positivas - *Streptococcus bovis*.

Figure 1 - Schematic diagram showing the hypothetical effects of monensin (M) on the ions flow in gram-positive bacteria - *Streptococcus bovis*.

No Brasil, a partir dos anos noventa, o uso de alimentos concentrados na alimentação de bovinos tem crescido rapidamente, impulsionado pela necessidade de um aumento na produtividade. Todavia, o uso de alimentos com alta qualidade nutricional não assegura o máximo desempenho animal concomitantemente com a melhor eficiência econômica. Deste modo, os alimentos concentrados, que constituem a fração mais onerosa da ração, devem ser usados somente para corrigir as deficiências nutritivas dos alimentos

volumosos que serão oferecidos aos animais. Segundo Ferreira (1983), a fração nutritiva mais cara dos alimentos concentrados é a proteína; no entanto, ela destaca-se pela amplitude de funções que desempenha no organismo animal, participando da formação de tecidos (músculos, cartilagens, unhas, pele e pêlos) e síntese de glicose, além de exercer função hormonal, enzimática, de transporte e de metabolismo de nutrientes. Dessa maneira, os objetivos desse experimento foram verificar a influência da monensina sódica sobre o consumo e a fermentação ruminal em bovinos alimentados com dietas contendo diferentes teores de proteína.

Material e Métodos

O experimento foi efetuado no Setor de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, e as análises químicas realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal, de Microbiologia de Anaeróbios e de Química pertencentes à Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Viçosa-MG. Foram utilizados quatro bovinos holandeses fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 506,4 kg. Os animais permaneceram confinados em baias, individualmente, num galpão de alvenaria com piso de borracha, providos de cocho e bebedouro automático. Antes de iniciar o experimento, todos os animais foram vermifugados e pesados. Diariamente, os animais, o piso das baias e os bebedouros foram lavados, garantindo assim um ambiente confortável e higiênico.

As dietas ofertadas aos animais possuíam 11,45 e 16,54% de proteína bruta, na matéria seca, e eram constituídas por 65% de feno de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e 35% de concentrado, sendo o concentrado da dieta com baixo teor protéico à base de milho e uréia e o da dieta com alto teor protéico à base de milho e farelo de soja

(Tabela 1). As composições bromatológicas do feno de capim braquiária e da ração concentrada, que foram ofertadas aos animais são apresentadas na Tabela 2.

As dietas foram fornecidas quatro vezes ao dia, às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, nas proporções de 20, 20, 20 e 40%, respectivamente. O nível de Rumensin® (produto comercial contendo 10% de monensina) incluído no concentrado diariamente, de forma parcelada, foi de 0,33 g por kg de matéria seca oferecida, correspondendo aos tratamentos com 28 mg de monensina/kg de matéria seca consumida. Deste modo, existiram quatro dietas experimentais, ou seja, os tratamentos com baixo e alto teor protéico, sem ou com a inclusão de monensina.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes e teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais das dietas com baixo e alto teor protéico, na matéria seca
 Table 1 - Percentage composition of ingredients and crude protein and total digestible nutrients of the diets with low and high protein content, in the dry matter

Ingredientes ¹ <i>Ingredients¹</i>	Teor protéico <i>Protein content</i>	
	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>
Feno de capim-braquiária (%) - <i>Brachiaria hay (%)</i>	65,11	65,00
Milho grão (%) - <i>Corn grain (%)</i>	33,25	14,70
Uréia (%) - <i>Urea (%)</i>	0,91	–
Sulfato de amônia (%) - <i>Ammonium sulfate (%)</i>	0,09	–
Farelo de soja (%) - <i>Soybean meal (%)</i>	–	20,0
Mistura mineral (%) ² - <i>Mineral mixture (%)²</i>	0,64	0,33
Total (%) - <i>Total (%)</i>	100,00	100,00
Proteína bruta (% na MS) - <i>Crude protein (% of DM)</i>	11,45	16,54
Nutrientes digestíveis totais (% na MS) <i>Total digestible nutrients (% of DM)</i>	64,26	66,26

¹ Foram adicionados 0,33 g de Rumensin®/ kg de matéria seca oferecida, correspondendo aos tratamentos com 28 mg de monensina/kg de MS consumida.

² Mistura mineral contendo em cada kg: 25 g de sulfato de amônio, 75 g de cloreto de potássio, 425 g de fosfato bicálcico, 250 g de calcário calcítico, 209,85 g de sal comum, 12,5 g de sulfato de zinco, 2,5 g de sulfato de cobre e 0,15 g de sulfato de cobalto.

¹ They were added 0.33 g of Rumensin®/ kg of dry matter offered, corresponding to the treatments with 28 mg of monensin/kg of DM intake.

² Mineral mixture containing in each kg: 25 g of ammonium sulfate, 75 g of potassium chloride, 425 g of bicalcic phosphate, 250 g of limestone, 209.85 g of common salt, 12.5 g of zinc sulfate, 2.5 g of copper sulfate and 0.15 g of cobalt sulfate.

O período experimental teve uma duração de 40 dias, dividido em quatro períodos de 10 dias, sendo os sete primeiros dias para a adaptação dos animais a alimentação e os três últimos dias para a determinação do consumo de MS e para a coleta do líquido ruminal. Tanto os alimentos oferecidos como as sobras foram coletados diariamente, pesados e amostrados. As amostras foram congeladas, formando uma amostra composta do período por animal; posteriormente, realizou-se análise do teor da MS, segundo metodologia descrita por Silva (1990). A coleta de líquido ruminal foi realizada duas horas após o fornecimento da dieta das 11:00 horas. Imediatamente após a coleta, o líquido foi filtrado em quatro camadas de gaze, e determinado o seu pH, utilizando-se um peagâmetro. A seguir, as amostras do líquido ruminal foram resfriadas com gelo, a cerca de - 5 °C, e transportadas para o laboratório para a realização das análises de amônia e dos ácidos graxos voláteis - acético, propiônico e butírico.

Tabela 2 - Composição bromatológica¹ do feno de capim-braquiária e da ração concentrada ofertada aos animais
 Table 2 - Chemical composition ¹ of the brachiaria hay and concentrate ration supplied to the animals

Itens – Items	MS - % DM - %	Porcentagem na matéria seca Percentage in the dry matter					
		MO OM	PB CP	EE EE	CHOT TC	FDN NDF	FDA ADF
Feno braquiária <i>Brachiaria hay</i>	86,06	93,96	7,90	0,90	85,16	77,72	45,65
Concentrado – Concentrate							
Baixo teor protéico <i>Low protein content</i>	86,99	97,25	17,06	4,36	75,83	13,29	4,05
Alto teor protéico <i>High protein content</i>	87,90	95,13	32,26	3,16	59,70	12,98	7,36

¹ MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); CHOT (carboidratos totais); FDN (fibra em detergente neutro); e FDA (fibra em detergente ácido).

¹ DM (dry matter); OM (organic matter); CP (crude protein); EE (ethereal extract); TC (totals carbohydrates); NDF (neutral detergent fiber; and ADF (acid detergent fiber).

A análise de amônia foi feita segundo o método colorimétrico descrito por Chaney & Marbach (1962) e adaptado ao Laboratório de Microbiologia de Anaeróbios - UFV; assim, as amostras resfriadas de líquido ruminal (1,5 ml) foram colocadas em tubos eppendorf e centrifugados a 12.500 rpm, por 10 minutos, e o sobrenadante transferido para outro eppendorf e congelado para ser analisado posteriormente. A curva padrão, utilizando-se um padrão contendo 11,76 mM NH₃, foi feita adicionando-se 0, 5, 10, 15, 20 e 25 µl de NH₄Cl em tubos de ensaio, juntamente com 1,5 ml de reagente fenol (50 g de fenol e 0,25 g de nitroprussiano de sódio, diluídos em 1 litro de H₂O destilada) e 1,5 ml de reagente hipoclorito (25 g NaOH e 16,8 ml de água sanitária, diluídos em 1 litro de H₂O destilada). Estes tubos de ensaio foram incubados a 39°C por 15 minutos em uma câmara Shaker - modelo classic C24 / New Brunswick Scientific, e, posteriormente medida a absorbância em um espectrofotômetro, modelo SPEC 20-D CID, a 630 nm de comprimento de onda. Após estas medições realizou-se a determinação da curva padrão, a qual estava bem ajustada ($r^2 > 90\%$), assegurando-se que as análises das amostras a serem realizadas estavam dentro da amplitude desta curva. A determinação da concentração de amônia nas amostras foi feita adicionando-se, em outros tubos de ensaio, 10 µl de amostra de líquido ruminal, juntamente com 1,5 ml de reagente fenol e 1,5 ml de reagente hipoclorito; sendo estes tubos também incubados a 39 °C por 15 minutos e, posteriormente, realizada a leitura utilizando-se um comprimento de onda de 630 nm.

As análises de ácidos graxos voláteis foram realizadas segundo o método descrito por Erwin et al. (1961) e adaptado ao Laboratório de Química - UFV, utilizando-se um cromatógrafo a gás, da empresa Shimadzu, modelo 17-A, com Detector de Ionização de Chama (D.I.C. - do gás hidrogênio e ar sintético); e com auto sampler AOC-17 Shimadzu. As amostras de líquido ruminal resfriado (1,5 ml) foram colocadas em tubos eppendorf e centrifugadas a 12.000 rpm, por 10 minutos, e o sobrenadante transferido para outro

epENDORF e congelado para posterior determinação da concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico. Após o descongelamento, realizou-se uma diluição nas amostras centrifugadas na proporção de 500 µl de amostra para 500 µl de ácido ortofosfórico (25%), sendo homogeneizados e após 20 min, realizadas sucessivas centrifugações a 13.000 rpm, por 20 minutos, até que as alíquotas ficassem totalmente livres de resíduos (partículas); o sobrenadante foi transferido para um recipiente vial para a realização da leitura. O padrão utilizado, para o cálculo das concentrações de ácidos graxos voláteis nas amostras, foi preparado completando-se em um balão volumétrico de 50 ml, com 49,5 ml de ácido ortofosfórico a 25 %, 171 µl de ácido acético, 149 µl de ácido propiônico, 138 µl de ácido butírico, 23 µl de ácido isobutírico, 27 µl de ácido valérico e 27 µl de ácido isovalérico. Deste modo, as concentrações finais dos ácidos do padrão foram de 60, 40, 30 e 5 mM dos ácidos acético, propiônico, butírico e dos demais ácidos, respectivamente. A curva padrão ($r^2 = 0,994$) foi realizada utilizando-se as áreas 0, 7961, 31974, 121004 e 298039 para o ácido acético; 0, 11308, 45498, 170603 e 419374 para o ácido propiônico; e 0, 11584, 46635, 175083 e 426487 para o ácido butírico; em função do branco e razão de splits 120, 30, 5 e 1, respectivamente. Após ser injetado 1 µl da amostra, previamente diluída em ácido ortofosfórico, os ácidos acético, propiônico e butírico foram separados, identificados e quantificados em coluna Nukol™ (Supelco, USA) com capilar de sílica fundida (30m x 0,25mm, para comprimento e diâmetro, respectivamente). As condições utilizadas foram: Temperatura da coluna = 100°C inicial por 5min, seguido por elevação de 10°C/min até atingir 185°C, permanecendo nesta temperatura por mais 6,5min; Temperatura do injetor = 220°C; Temperatura do detector = 250°C; Tempo total = 20 min; Modo de injeção: split = 1; Pressão da coluna (Kpa) = 150; Fluxo na coluna = 1,90647ml/min; Velocidade linear = 43,228cm/s; e Fluxo total = 7ml/min. A determinação da área foi feita por normalização correta, sendo a quantificação dos ácidos graxos realizados através da equação: $\{[(\text{Área do$

ácido graxo, em função do split x 2) / Área do ácido graxo padrão] x Concentração final do ácido graxo do padrão}.

A determinação da atividade específica de produção de amônia (AEPA) foi realizada no último dia de cada período experimental. Para isso, o líquido ruminal foi coletado e filtrado em quatro camadas de gaze, duas horas após o fornecimento da dieta das 11:00 horas. Após a coleta, o líquido foi colocado em um erlenmeyer de 250 ml, e imediatamente tampado e acondicionado em caixa de isopor, para conservação da anaerobiose e da temperatura, respectivamente. Em seguida, a caixa foi transportada para o Laboratório de Nutrição Animal, sendo o erlenmeyer deixado em repouso, por 30 minutos, em uma câmara com temperatura controlada a 39°C, para que ocorresse decantação dos protozoários e suspensão das partículas de alimentos. Após este período, a fração mediana - que continha bactérias - foi amostrada, utilizando-se uma pipeta. Amostras de 9,0 ml foram transferidas, em duplicata, para frascos de vidro, os quais foram preenchidos com gás carbônico, fechados hermeticamente com tampa de borracha e lacre de alumínio, sendo em seguida adicionado 1,0 ml de uma solução anaeróbica de *tripticase* (caseína hidrolisada a 15%), promovendo-se uma leve agitação do frasco. Os frascos foram então mantidos, por quatro horas, sobre o aparelho Shaker, com temperatura controlada a 39°C, de modo a simular as condições de movimentação e temperatura do rúmen. No tempo zero e no final da incubação, foram retiradas de cada frasco alíquotas de 1,5 ml, utilizando-se uma seringa, e colocadas em eppendorfs, sendo estes resfriados com gelo. Em seguida realizou-se uma centrifugação a 12.500 rpm, por 10 minutos, para remoção das bactérias, sendo o sobrenadante transferido para outro eppendorf e congelado, para posterior análise da concentração de amônia. No tempo zero também foram retiradas de cada frasco, em duplicata, alíquotas de 1,5 ml e colocadas em eppendorfs, sendo estes resfriados em gelo e posteriormente, centrifugados a 13.000 rpm, por 10 minutos, e em seguida realizadas

sucessivas ressuspensões e centrifugações dos pellets bacterianos em solução de NaCl a 0,9% (p/v), para eliminação da proteína solúvel, sendo então resuspensos em água destilada (1,5 ml) e congelados para posterior avaliação da proteína microbiana. As determinações das concentrações de amônia na amostra seguiram os mesmos procedimentos descritos anteriormente. Já a concentração de proteína bacteriana foi determinada segundo o método descrito por Lowry et al. (1951) adaptado ao Laboratório de Microbiologia de Anaeróbios, através de processos colorimétricos, utilizando-se um espectrofotômetro. A curva padrão, utilizando-se BSA - Albumina Sanguínea Bovina (2,0 g/litro), foi feita adicionando-se 0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 e 100:00 µl de BSA e água destilada, respectivamente, em tubos de ensaio, juntamente com 100 µl de hidróxido de sódio a 0,2 N (0,4 g NaOH em 50 ml H₂O). Esses tubos de ensaio foram mantidos em banho maria à 100°C por 15 minutos, sendo em seguida adicionado 2,5 ml de reagente de Cooper {300 ml de solução de Lowry [solução de Na₂CO₃ a 2% (20g/1000 ml H₂O destilada) em 0,1 M de NaOH (4g/1000 ml H₂O destilada)] + 3 ml de solução de Tartarato de sódio a 4% [40g/1000 ml H₂O destilada] + 3 ml de solução de Sulfato de cobre pentahidratado a 2% [20g/1000 ml H₂O destilada]}, e posteriormente incubados a 39°C por 45 minutos. Em seguida foi adicionado 0,5 ml de reagente Fenol recém preparado [solução Folin-Ciocalteu a 50% (500 ml Folin-Ciocalteu : 500 ml H₂O)] permanecendo os tubos de ensaio em repouso, a temperatura ambiente por 30 minutos, sendo realizado posteriormente leitura do padrão utilizando-se um espectrofotômetro, modelo SPEC 20-D CID, com comprimento de onda de 660 nm, e estabelecido a curva padrão. A verificação da concentração de proteína microbiana nas amostras, descongeladas em temperatura ambiente, foi feita adicionando-se, em outros tubos de ensaio, 100 µl de amostra, junto com 100 µl de hidróxido de sódio (0,2 N), permanecendo esses tubos de ensaio em banho maria (100°C) por 15 minutos. Em seguida, após os tubos estarem frios (temperatura

ambiente) foi adicionado 2,5 ml do reagente Cooper, permanecendo os tubos incubados por 45 minutos a 39°C. Após os tubos estarem frios, adicionou-se 0,5 ml do reagente Fenol, ficando os tubos em temperatura ambiente por mais 30 minutos. Posteriormente realizou-se leitura utilizando-se espectrofotômetro com um comprimento de onda de 660 nm. A determinação da atividade específica de produção de amônia (AEPA) foi feita medindo-se a quantidade de amônia produzida por mg de proteína microbiana por minuto, de acordo com a fórmula abaixo.

$$AEPA = \frac{\Delta NH_3 \times 1.000.000}{\text{Proteína microbiana} - \text{mg} \times \text{Tempo} - \text{minutos}}$$

dado em nmol NH₃/mg de proteína/minuto
sendo, ΔNH_3 = concentração final – concentração inicial de amônia (mM)
Proteína microbiana = concentração inicial.

Foram determinados os consumos de matéria seca, expressos em kg/dia, em percentagem do peso vivo e em função do peso metabólico; o pH ruminal; as concentrações ruminais de amônia e dos ácidos acético, propiônico e butírico; a relação acetato:propionato; a proteína microbiana no líquido ruminal; e a atividade específica de produção de amônia. O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino 4 x 4, sendo os tratamentos avaliados por contrastes ortogonais completos, e quando houve interação, as médias foram comparadas pelo teste SNK (“Student Newman Keuls”) ao nível de 5% de probabilidade, através do pacote estatístico S.A.S. (1997).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentados os resultados das análises estatísticas para as variáveis: consumo de MS; pH; concentrações ruminais dos ácidos acético, propiônico e butírico e de amônia; relação acetato:propionato; atividade específica de produção de amônia (AEPA) e proteína microbiana, de acordo com cada tratamento.

A determinação do consumo de alimentos pelos ruminantes tem grande importância do ponto de vista zootécnico. Em geral, pode-se afirmar que quanto maior o consumo maior o nível de produção do animal. A ingestão de alimentos é controlada por fatores ambientais, como temperatura, e por características inerentes ao alimento e ao animal, como concentração de nutrientes, maturidade da planta e estado fisiológico do animal, bem como seu nível de produção. Todavia, segundo Teather & Foster (1998) com o fornecimento de pequenas quantidades de antibióticos, como a monensina sódica, há uma modificação na flora microbiana ruminal, seguida por alteração dos produtos gerados durante o processo de fermentação dos alimentos. Deste modo, ocorre maior eficiência no aproveitamento dos alimentos (aumento da energia líquida), com conseqüente redução no consumo, sem haver, no entanto, comprometimento no desempenho desses animais.

Neste experimento, o consumo de MS, independentemente da forma de expressão - kg/dia, kg de MS/100 kg de peso vivo ou $g \text{ de MS}/(\text{kg de PV})^{0,75}$ - foi reduzido significativamente com a adição de monensina (Tabelas 3, 4 e 5). O teor protéico também influenciou no consumo, sendo este maior quando os animais receberam dieta com alto teor protéico mais monensina (Tabela 5).

Tabela 3 - Consumo de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e em função do peso metabólico (CMSPM); pH; concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico; relação acetato:propionato; amônia; atividade específica de produção de amônia (AEPA); e proteína microbiana, para as dietas experimentais

Table 3 - Dry matter intake, expressed in kg/day (DMI), in percentage of live weight (DMILW) and in function of metabolic weight (DMIMW); pH; concentration of acetic, propionic and butyric acids; acetate:propionate ratio; ammonia; specific activity of ammonia production (SAAP); and microbial protein, for the experimental diets

Variáveis <i>Variables</i>	Teor protéico - <i>Protein content</i>				CV - % VC - %	Teor protéico (TP) <i>Protein content (PC)</i>	Valor de P <i>P- value</i>	
	Baixo <i>Low</i>		Alto <i>High</i>				Monensina (M) <i>Monensin (M)</i>	TP * M <i>PC * M</i>
	Sem monensina <i>Without monensin</i>	Com monensina <i>With monensin</i>	Sem monensina <i>Without monensin</i>	Com monensina <i>With monensin</i>				
CMS - kg/animal/dia	11,73	9,08	11,47	10,25	5,03	0,137	0,0003	0,037
<i>DMI - kg/animal/day</i>								
CMSPV - kgMS/100kgPV	2,33	1,80	2,27	2,02	5,07	0,168	0,0003	0,041
<i>DMILW - kgDM/100 kgLW</i>								
CMSPM- gMS/(kgPV) ^{0,75}	110,11	85,20	107,59	95,91	5,07	0,157	0,0004	0,040
<i>DMIMW - gDM(kg LW)^{0,75}</i>								
pH	6,44	6,77	6,60	6,63	1,80	0,810	0,0247	0,045
Ácido acético - m mol/l <i>Acetic acid - m mol/l</i>	80,24	60,33	74,56	67,13	6,38	0,814	0,0009	0,032
Ácido propiônico - m mol/l <i>Propionic acid - m mol/l</i>	18,60	20,87	18,56	23,42	10,52	0,285	0,0158	0,272
Ácido butírico - m mol/l <i>Butyric acid - m mol/l</i>	9,16	6,18	9,98	7,91	9,43	0,017	0,0007	0,289
Relação Acetato:Propionato <i>Acetate:Propionate ratio</i>	4,34	2,89	4,04	2,88	5,40	0,140	0,0001	0,180
Amônia - mg/dl <i>Ammonia - mg/dl</i>	8,13	7,74	14,55	17,93	27,35	0,002	0,3989	0,298
AEPA - nmolNH ₃ /mg proteína/min <i>SAAP - nmol NH₃/mg protein/min</i>	24,43	17,14	22,27	20,01	17,55	0,853	0,0407	0,221
Proteína microbiana - mg/litro <i>Microbial protein - mg/liter</i>	1.595,40	2.579,90	2.156,10	2.313,80	10,00	0,222	0,0019	0,009

Tabela 4 - Consumo de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e em função do peso metabólico (CMSPM); pH; concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico; relação acetato:propionato; amônia; atividade específica de produção de amônia (AEPA); e proteína microbiana, de acordo com teor protéico e monensina

Table 4 - Dry matter intake, expressed in kg/day (DMI), in percentage of live weight (DMILW) and in function of metabolic weight (DMIMW); pH; concentration of acetic, propionic and butyric acids; acetate:propionate ratio; ammonia; specific activity of ammonia production (SAAP); and microbial protein, in agreement with protein content and monensin

Variáveis <i>Variables</i>	Teor protéico <i>Protein content</i>		Monensina <i>Monensin</i>	
	<i>Baixo</i> <i>Low</i>	<i>Alto</i> <i>High</i>	<i>Sem</i> <i>Without</i>	<i>Com</i> <i>With</i>
CMS - kg/animal/dia	10,40	10,86	11,60 a	9,66 b
DMI - kg/animal/day				
CMSPV - kgMS/100kgPV	2,06	2,15	2,30 a	1,91 b
DMILW - kgDM/100 kg LW				
CMSPM- gMS/(kgPV) ^{0,75}	97,66	101,75	108,85 a	90,55 b
DMIMW - gDM(kgLW) ^{0,75}				
pH	6,60	6,62	6,52 b	6,70 a
Ácido acético - m mol/l	70,29	70,84	77,40 a	63,73 b
<i>Acetic acid - m mol/l</i>				
Ácido propiônico - m mol/l	19,73	20,99	18,58 b	22,15 a
<i>Propionic acid - m mol/l</i>				
Ácido butírico - m mol/l	7,67 b	8,94 a	9,57 a	7,04 b
<i>Butyric acid - m mol/l</i>				
Relação Acetato:Propionato	3,62	3,46	4,19 a	2,89 b
<i>Acetate:Propionate ratio</i>				
Amônia - mg/dl	7,93 b	16,24 a	11,34	12,83
<i>Ammonia - mg/dl</i>				
AEPA - nmol NH ₃ /mg proteína/min	20,78	21,14	23,35 a	18,57 b
<i>SAAP - nmol NH₃/mg protein/min</i>				
Proteína microbiana - mg/litro	2.087,65	2.234,95	1.875,75 b	2.446,85 a
<i>Microbial protein - mg/liter</i>				

Médias com letras diferentes na mesma linha, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas a 5% de acordo com o teste F.

Averages with different letters in the same line, inside of each factor, indicate significant differences at 5% in agreement with the F test.

Abe et al. (1994), ao ministrarem monensina, em cápsula de liberação controlada a vacas leiteiras, também verificaram menor ingestão de matéria seca. Também Green et al. (1999) ao fornecerem a vacas leiteiras 0, 8, 16 ou 24 mg monensina/kg MS, observaram que o consumo antes do parto foi reduzido nas vacas recebendo 24 mg; no entanto, após o parto (até aproximadamente a 9^a semana) o consumo não foi influenciado pela monensina;

havendo no restante da lactação nova redução de consumo. Diminuições no consumo de matéria seca, acarretadas pela inclusão de monensina, também foram relatadas por Restle et al. (2001) e Maas et al. (2001), com novilhas e vacas de corte mantidas em regime de confinamento e carneiros alimentados com capim fresco colhido na primavera e no outono, respectivamente. Todavia, Ruiz et al. (2001) e Oliveira et al. (2002a) não verificaram diferenças no consumo de matéria seca, ao fornecerem monensina a vacas alimentadas com dietas à base de forragem fresca; e a novilhas holandesas, mantidas confinadas, recebendo 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar (1:1 na MS) e 32,84% de concentrado, respectivamente.

O pH ruminal é influenciado principalmente pela produção de saliva. Assim, animais alimentados com dietas contendo elevada porcentagem de alimentos volumosos normalmente apresentam o pH ruminal mais alto, devido ao maior estímulo de produção de saliva, durante os processos de ingestão e regurgitação dos alimentos. Nestes casos, os efeitos da monensina sobre o pH são pouco expressivos. Todavia, animais recebendo dietas com alta porcentagem de grãos, possuem naturalmente menor ingestão de saliva, o que acarreta uma diminuição do pH, seguido por aumento do crescimento das bactérias *Streptococcus bovis*, com conseqüente elevação da produção de lactato, acompanhado por uma acentuada queda no pH e sintomas de acidose. Nesses casos, Russell (1996) observou que a inclusão de monensina é altamente benéfica, havendo inibição do desenvolvimento dessas bactérias e elevação do pH ruminal.

Tabela 5 - Consumo de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e em função do peso metabólico (CMSPM); pH; concentração do ácido acético e proteína microbiana, de acordo com teor protéico e monensina

Table 5 - Dry matter intake, expressed in kg/day (DMI), in percentage of live weight (DMILW) and in function of metabolic weight (DMIMW); pH; concentration of acetic acid and microbial protein, in agreement with proteic content and monensin

	CMS - kg/animal/dia DMI - kg/animal/day		CMSPV-kgMS/100kg PV DMILW - kgDM/100 kg LW		CMSPM- gMS/(kgPV) ^{0,75} DMIMW - gDM(LW) ^{0,75}	
	Teor protéico Protein content		Teor protéico Protein content		Teor protéico Protein content	
	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>
Sem monensina <i>Without monensin</i>	11,73 Aa	11,47 Aa	2,33 Aa	2,27 Aa	110,11 Aa	107,59 Aa
Com monensina <i>With monensin</i>	9,08 Bb	10,25 Ba	1,80 Bb	2,02 Ba	85,20 Bb	95,91 Ba

	pH <i>pH</i>		Ácido acético - m mol/l <i>Acetic acid - m mol/l</i>		Proteína microbiana - mg/litro <i>Microbial protein - mg/liter</i>	
	Teor protéico Protein content		Teor protéico Protein content		Teor protéico Protein content	
	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>
Sem monensina <i>Without monensin</i>	6,44 Ba	6,60 Aa	80,24 Aa	74,56 Aa	1.595,40 Bb	2.156,10 Aa
Com monensina <i>With monensin</i>	6,77 Aa	6,63 Aa	60,33 Ba	67,13 Aa	2.579,90 Aa	2.313,80 Aa

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste SNK, para os tratamentos sem e com monensina, respectivamente. Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste SNK, para os tratamentos com baixo e alto teor protéico, respectivamente.

Averages with different capital letters in the same column, inside of each factor, indicate differences at 5% by SNK test, for the treatments without and with monensin, respectively. Averages with different small letters in the same line, inside of each factor, indicate differences at 5% by SNK test, for the treatments with low and high protein content, respectively.

Neste experimento, às duas horas após a alimentação, verificou-se significativo aumento do pH ruminal com a inclusão da monensina, nos animais alimentados com a dieta com baixo teor protéico, permanecendo o pH dos animais alimentados com dieta com alto teor protéico apenas numericamente mais elevado (Tabela 5). Entre os tratamentos com baixo e alto teor protéico não foram verificadas diferenças significativas na variável pH (Tabelas 3, 4 e 5). Com o intuito de avaliar os efeitos da amonização do feno de capim-bermuda em relação à suplementação com uréia, sem ou com a adição de monensina, fornecido a novilhos holandeses, Vagnoni et al. (1995) também observaram que a monensina promovia aumento significativo do pH ruminal, independentemente da dieta fornecida aos animais. Elevações do pH ruminal, após a administração de monensina, também foram mencionadas por Garrett et al. (1989) e Ivan et al. (1992), utilizando novilhos de origem leiteira e carneiros faunados e defaunados, respectivamente.

Ahuja et al. (1990), utilizando bezerros-búfalos, submetidos à acidose láctica induzida com melão administrado oralmente, também verificaram que a monensina promovia aumento no pH ruminal, bem como uma diminuição significativa do conteúdo de ácido láctico no líquido ruminal. Reduções dos sintomas de acidose, com elevação do pH ruminal e diminuição das flutuações diárias do pH, de animais recebendo dietas com alta percentagem de grãos associados a monensina, também foram relatados por Lee et al. (1990) e Zhou & Clark (1999), ao fornecerem 80 e 92,5% de concentrado, respectivamente, a cabritos nativos da Coreia e a novilhos fistulados no rúmen, respectivamente. No entanto, Towne et al. (1990) ao coletarem líquido ruminal, através de sonda estomacal, de novilhas confinadas, recebendo dietas com 85% de concentrado e suplementadas com monensina, não verificaram alterações no pH ruminal ou na concentração de ácido láctico. Analogamente, Harmon et al. (1993), Haimoud et al. (1995), Hegazy & Elias (1997) e Garcia et al. (2000) não observaram nenhuma mudança no pH

ruminal ao fornecerem monensina a novilhos holandeses, vacas lactantes fistuladas no rúmen, duodeno e íleo, cordeiros da raça Barki e a carneiros da raça Suffolk fistulados no rúmen, respectivamente. Em condições de pastejo, utilizando novilhos fistulados ruminalmente, Davenport et al. (1989), Ward et al. (1990), Fredrickson et al. (1993) e Andrae et al. (1995) também não verificaram alterações significativas no pH ruminal.

Aproximadamente 90% da matéria orgânica digerível consumida pelos ruminantes é fermentada no rúmen-retículo, sendo os principais produtos desta fermentação os ácidos graxos voláteis - acético, propiônico e butírico, principalmente - que são absorvidos pelo epitélio ruminal, os gases metano e dióxido de carbono, que são eliminados via eructação, e as células microbianas que ao serem digeridas no intestino delgado liberam aminoácidos e ácidos graxos (Hungate, 1966). Segundo Bagg (1997), os ácidos graxos voláteis representam a principal fonte energética dos ruminantes, sendo que durante a formação dos ácidos acético e butírico ocorre a produção de dióxido de carbono e metano, ocasionando desse modo uma perda de energia; no entanto, na formação do ácido propiônico isto não ocorre. Como os ionóforos atuam aumentando a percentagem de ácido propiônico e diminuindo a dos ácidos acético e butírico, conseqüentemente, há maior eficiência no processo fermentativo e uma menor perda energética.

Nesse experimento (Tabelas 3, 4 e 5) observa-se que o fornecimento de monensina aos novilhos também promoveu ruminalmente um aumento da concentração do ácido propiônico, uma redução do ácido butírico e da relação acetato:propionato. A concentração do ácido acético também foi reduzida, entretanto, significativamente somente nos animais que receberam dieta com baixo teor protéico. Zinn & Borques (1993) ao fornecerem monensina (33 mg/kg) a novilhos holandeses, alimentados com dietas à base de milho floculado (75%) e forragem (12%), também verificaram diminuições na concentração ruminal dos ácidos acético (5,3%) e butírico (29,4%, $P < 0,05$) e aumento do ácido

propiônico (16,3%, $P < 0,10$). De modo semelhante, Andrae et al. (1995) e Paisley & Horn (1998) ao ministrarem monensina a novilhos fistulados no rúmen, mantidos em pastagem de trigo, também observaram aumento do ácido propiônico e menor relação acetato:propionato. Da mesma forma, Baran (1988) e Gado (1997), ao fornecerem monensina a carneiros e a cabritos, respectivamente, observaram diminuições nas concentrações ruminais dos ácidos acético e butírico, e aumento na de ácido propiônico. Resultados semelhantes também foram relatados por Ahuja et al. (1990), Puri et al. (1994) e Badawy et al. (1996) ao fornecerem monensina a búfalos; por Kalachnyuk et al. (1990), Podsednicek & Marounek (1991) e Singh & Mohini (1999) com bezerros; e por Galyean & Owens (1988), Schuler (1988), Granzin & Dryden (1999) e Ruiz et al. (2001) com vacas leiteiras. Já Davenport et al. (1989), Ward et al. (1990) e Branine & Galyean (1990) não verificaram alterações consistentes nas concentrações dos ácidos graxos voláteis em nível ruminal ao fornecerem monensina a novilhos fistulados ruminalmente e mantidos em regime de pastejo. Todavia, Mbanzamihi et al. (1996), ao trabalharem com carneiros fistulados no rúmen e ceco, observaram que além das alterações ruminais - maior concentração de ácido propiônico e menores dos ácidos acético e butírico - a monensina também foi efetiva ao nível de ceco, tendo ocorrido essas mesmas alterações. Corroborando, Marounek et al. (1990) também verificaram *in vitro* os efeitos da monensina nos conteúdos de ceco e cólon de novilhos e vacas, sendo nesse caso observado um aumento do ácido propiônico e uma diminuição do ácido butírico, permanecendo o ácido acético inalterado.

O requerimento protéico dos ruminantes, para sua manutenção e produção, é suprido pela proteína metabolizável, sendo esta o somatório dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, provenientes da digestão microbiana e dos alimentos que escapam da fermentação ruminal (Chalupa, 1980). Portanto, quanto maior a produção microbiana

menor será a quantidade, a ser adicionada na dieta, de fontes protéicas *by pass* necessária para atender o requerimento protéico do animal. De acordo com o A.F.R.C. (1993) a máxima síntese microbiana ocorrerá quando houver um elevado e também um adequado ajuste da energia fermentescível, obtida com a fermentação de carboidratos (amido, celulose, etc.) no rúmen, com a de nitrogênio na forma de amônia, sendo este obtido tanto da fermentação da proteína alimentar verdadeira como do nitrogênio não protéico, na forma de uréia. Todavia, quando há um excesso de fermentação de carboidratos, desequilibrando essa relação, ocorre acúmulo de energia fermentescível, sendo esta energia perdida principalmente na forma de metano, através da eructação. Da mesma maneira, se a hidrólise das proteínas alimentares, que liberam peptídeos, aminoácidos e amônia, ultrapassar a capacidade de assimilação de nitrogênio pelos microrganismos, haverá acúmulo de amônia no líquido ruminal. Essa amônia em excesso será absorvida pelo epitélio ruminal, sendo metabolizada no fígado e convertida em uréia, podendo ser reciclada através da saliva ou excretada pela urina.

A intensidade da hidrólise depende da solubilidade e da característica estrutural da proteína, bem como do tipo de processamento (físico ou químico) que o alimento é submetido, e do nível de consumo do animal, que vai influenciar na velocidade de passagem e conseqüentemente no tempo de permanência do alimento no rúmen. Segundo Yang & Russell (1993) uma forma de se reduzir a fermentação de proteínas alimentares, ou seja, diminuir a concentração de amônia ruminal, é através do controle de bactérias proteolíticas, sendo isso conseguido com a adição da monensina sódica; porém, Lana et. al. (1997) advertem que a maior eficiência da monensina, em dietas com alto teor protéico, é obtida quando se aumenta a quantidade de monensina a ser incluída na dieta dos animais. A utilização deste ionóforo, além de diminuir as perdas de nitrogênio em nível ruminal, também eleva a quantidade de aminoácidos de origem alimentar que chegam ao intestino

delgado, aumentando assim, o aporte de aminoácidos que serão utilizados para atender o requerimento protéico do animal (Russell & Strobel, 1989).

Neste experimento, as dietas com alto teor protéico estimularam a produção de amônia ruminal (Tabela 4). Todavia, a inclusão de monensina não promoveu alterações significativas (Tabelas 3 e 4) na concentração de amônia ruminal. Sendo observado, no entanto, em termos numéricos, uma diminuição da concentração de amônia nos novilhos alimentados com a dieta com baixo teor protéico mais monensina (Tabela 3).

Lee et al. (1990) ao fornecerem a cabritos nativos da Coréia dietas contendo 80% de concentrado com 20% de feno de capim triturado, com monensina (0, 22 ou 33 mg/kg) também não verificaram mudanças na concentração de amônia ruminal, ou nos níveis de amônia e uréia plasmática. De maneira semelhante, Davenport et al. (1989), Ward et al. (1990) e Fredrickson et al. (1993), utilizando novilhos fistulados no rúmen, em regime de pastejo, também não verificaram reduções significativas da amônia ruminal com a inclusão de monensina. Entretanto, diminuições da concentração de amônia foram verificadas por Ruiz et al. (2001) ao fornecerem monensina (350 mg/dia) a vacas holandesas lactantes, alimentadas com forragem fresca. Analogamente Plaizier et al. (2000) também observaram, em vacas leiteiras, que o fornecimento de monensina, em cápsula de liberação controlada, promovia diminuição da amônia ruminal de 5,4 para 3,2 mg/dl no pré-parto e de 6,0 para 4,9 mg/dl no pós-parto. Diminuições significativas da amônia ruminal, após a inclusão de monensina, também foram relatadas por Yang & Russell (1993), Hegazy & Elias (1997) e Rogers et al. (1997). Já Mbanzamihigo et al. (1996), utilizando carneiros fistulados no rúmen e ceco, alimentados com dietas com alta percentagem de grãos, verificaram que além da redução da concentração de amônia ruminal, a monensina também promovia uma semelhante mudança no modo de fermentação do trato gastrointestinal inferior.

Observa-se também, na Tabela 3, que os animais que receberam dieta com alto teor protéico mais monensina, apesar de não ser estatisticamente diferente, apresentaram aumento na concentração de amônia ruminal. Este aumento de amônia, teoricamente, não deveria ter ocorrido, já que a inclusão de ionóforo normalmente promove um controle dos microrganismos proteolíticos. Todavia, Oliveira et al. (2002b) ao fornecerem a novilhas leiteiras dietas com 15,5% de proteína bruta, associadas a diferentes níveis de monensina, apesar de não significativo, também verificaram, na coleta de líquido ruminal feita às duas horas após a alimentação, um aumento da concentração de amônia ruminal, nos animais que receberam 28 mg de monensina/kg MS ingerida. Da mesma forma, Mbanzamihiigo et al. (1995) ao conduzirem um experimento com carneiros fistulados, alimentados com 300 g de feno e 300g de concentrado, também observaram que a concentração de amônia ruminal foi estimulada pela administração de monensina (30 mg/dia durante 21 dias e seguido por 28 dias com 60 mg/dia). Branine & Galyean (1990) e Lana & Russell (1997) também verificaram aumento da amônia no líquido ruminal de novilhos e vacas fistulados no rúmen, respectivamente, recebendo, além de monensina, pastagem de trigo mais 0,5 kg/dia de sorgo floculado; e feno de alfafa, respectivamente.

A atividade específica de produção de amônia (AEPA) é uma técnica *in vitro* utilizada para corroborar a confiabilidade em se quantificar a síntese de amônia pelas bactérias ruminais, obtida no método *in vivo*. Através dessa técnica se tem uma noção da população de microrganismos fermentadores de aminoácidos preponderantes no rúmen em função da dieta fornecida aos animais. Inicialmente, acreditava-se que ionóforos, como a monensina sódica, inibiam o desenvolvimento somente das bactérias utilizadoras de aminoácidos como fonte exclusiva de energia e nitrogênio. Todavia, Russell (1996) verificou que essas bactérias foram todas resistentes a monensina e significativamente menos produtoras de amônia do que três grupos de bactérias (estirpes C, F e SR), sensíveis

a monensina, e com especificidade muito alta para a produção de amônia. Análises posteriores indicaram que os principais microrganismos de cada estirpe eram o *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium aminophilum* e *Clostridium sticklandii* para os grupos C, F e SR, respectivamente.

Nesse experimento, verifica-se através da análise da AEPA que ocorreu uma redução significativa na produção de amônia, com a incubação do líquido ruminal dos animais que receberam monensina (Tabelas 3 e 4). Comprovando-se assim, a eficácia desse ionóforo no controle das bactérias proteolíticas e desaminadoras de aminoácidos. Usando vacas holandesas não lactantes alimentadas com feno de capim timóteo, farelo de soja (1 ou 2 kg/dia) mais monensina, Yang & Russell (1993) também verificaram diminuição na amônia e AEPA em ambos os níveis de farelo de soja. De modo semelhante, Cunha (1999) também observou uma redução da AEPA quando se incubou líquido ruminal, com fubá de milho ou farelo de soja ou de trigo mais monensina. Este autor também notificou elevada correlação entre o pH do meio e a concentração de amônia, sendo que quanto mais baixo o pH menor foi à produção de amônia, ocorrendo, portanto, maior eficácia da monensina em meios com pH mais elevado.

De acordo com a Tabela 5, verifica-se que houve aumento significativo da proteína microbiana no líquido ruminal dos animais alimentados com a dieta com baixo teor protéico mais monensina, sendo este aumento também verificado numericamente nos animais que receberam dieta com alto teor protéico. Jalc et al. (1992, 1993) e Jalc & Laukova (2002), utilizando a técnica de simulação ruminal (*Rusitec*), também verificaram que a eficiência de síntese de massa microbiana foi aumentada com a adição de monensina. Analogamente, Lee et al. (1990) também observaram em cabritos nativos da Coreia, alimentados com dietas contendo 80% de concentrado e 20% de feno triturado, que a monensina promovia um aumento ($P < 0,05$) na concentração de proteína microbiana. Já

Yang & Russell (1993) verificaram que a monensina promovia uma diminuição, em cerca de 10 vezes, das bactérias que podem utilizar peptídeos e aminoácidos, mas não carboidratos, como fonte de energia para crescimento. Deste modo, a monensina inibiu a atividade das bactérias fermentadoras de aminoácidos e, conseqüentemente, a desaminação e o nível de amônia ruminal; havendo, no entanto, um aumento significativo da concentração de proteína bacteriana no fluido ruminal, aumentando-se assim o suprimento de aminoácidos disponíveis para o animal.

Por outro lado, Barbosa (2000) não verificou alterações na proteína microbiana, ao incubar *in vitro* glúten de milho, uréia ou farelo de soja com monensina. Da mesma forma, Haimoud et al. (1995, 1996) não verificaram alterações na eficiência de síntese de proteína bacteriana no fluido ruminal e na passagem de nitrogênio bacteriano para o intestino delgado, em vacas leiteiras, fistuladas no rúmen, duodeno e íleo, recebendo monensina (33 mg/kg). No entanto, foi notificada menor fermentação do nitrogênio dietético em nível ruminal, com conseqüente aumento de aminoácidos de origem alimentar no intestino delgado. Já Zinn et al. (1994) verificaram que quando a monensina foi fornecida a bovinos confinados havia uma diminuição (14,5%, $P < 0,10$) na passagem de nitrogênio microbiano para o intestino delgado. De modo semelhante, Ahn et al. (1994) também observaram *in vitro* que a monensina promovia uma inibição da taxa de crescimento e do rendimento de nitrogênio microbiano.

Conclusões

O fornecimento de monensina sódica a novilhos holandeses diminuiu o consumo de matéria seca e promoveu mudança nos produtos da fermentação ruminal, sendo isto possivelmente relacionado com a alteração na população microbiana.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. An advisory manual prepared by the A.F.R.C. Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB INTERNATIONAL / UK, p.159, 1993.
- ABE, N.; LEAN, I.J.; RABIEE, A. et al. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrus in lactating cows. **Australian Veterinary Journal**, v.71, n.9, p.277-282, 1994.
- AHN, J.J.; KAWASHIMA, Y.; INAMOTO, T. et al. Effects of antimicrobial feed additives on ruminal bacteria in vitro. Sustainable animal production and the environment. **Proceedings of the 7th AAAP Animal Science Congress**, Bali, Indonesia, 11-16 July, v.3, p.45-46, 1994.
- AHUJA, A.K.; RANDHAWA, S.S.; RATHOR, S.S. Effect of monensin in ameliorating subacute lactic acidosis in buffalo calves. **Acta Veterinaria Brno**, v.59, n.3-4, p.171-178, 1990.
- ANDRAE, J.G.; HORN, G.W.; BUCHANAN, D.S. et al. Effect of salt intake in a monensin-containing energy supplement on rumen fermentation of steers grazing wheat pasture. **Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University, No. P-943, p.145-150, 1995.
- BADAWY, S.A.; YOUNIS, M.; SHALASH, M.R. et al. Monensin effects on rumen metabolic profile, methane production and protozoal population in buffalo-heifers. **Egyptian Journal of Veterinary Science**, v.30, p.49-56, 1996.
- BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. Usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. **Proceedings of a Symposium Held**. At the Ontario Veterinary College, Univ Guelph Canadá, June, p.13-21, 1997.
- BARAN, M. Rumen fermentation in wethers fed on all-roughage, high-roughage or concentrate diet with monensin. **Zivocisna Vyroba**, v.33, n.7, p.599-608, 1988.
- BARBOSA, N.G.S. **Fermentação da proteína dos alimentos por microrganismos ruminais in vivo e in vitro em função da acidez, fontes de proteína e ionóforos**. Viçosa: UFV, 2000. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- 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.4, p.1139-1150, 1990.
- CHALUPA, W. Methods for estimating protein requirements and feed protein values for ruminants. **Feedstuffs**, 30th June, p.18-20, 1980.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- CUNHA, L.T. **Efeito da acidez e de ionóforos na degradação de proteínas por microrganismos ruminais**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1999. U.F.V., Viçosa - MG, p.68, 1999.

- DAVENPORT, R.W.; GALYEAN, M.L.; BRANINE, M.E. et al. Effects of a monensin ruminal delivery device on daily gain, forage intake and ruminal fermentation of steers grazing irrigated winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v.67, n.8, p.2129-2139, 1989.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; BARTLEY, E.E. Effect of lasalocid or monensin on lactate-producing or using rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, v.52, p.418-426, 1981.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Research Veterinary Science**, v.41, p.251-256, 1986.
- 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.
- FERREIRA, J.J. Proteína e concentrados protéicos na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, v.9, n.108, p.43-48, 1983.
- FREDRICKSON, E.L.; GALYEAN, M.L.; BRANINE, M.E. et al. Influence of ruminally dispensed monensin and forage maturity on intake and digestion. **Journal of Range Management**, v.46, n.3, p.214-220, 1993.
- GADO, H. Nutrients utilization and growth performance of Baladi goats kids fed monensin sodium supplemented ration. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, No. Nov Special, p.91-98, 1997.
- GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. Effects of monensin on growth, reproduction, and lactation in ruminants. **ISI Atlas of Science, Animal and Plant Sciences**, v.1, n.1, p.71-75, 1988.
- GARCIA, C.C.G.; MENDOZA, M.G.D.; GONZALEZ, M.S. et al. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, n.2, p.165-170, 2000.
- GARRETT, J.E.; GUESSOUS, F.; EDDEBBARH, A. Utilization of sugar beet molasses and monensin for finishing dairy bullocks. **Animal Feed Science and Technology**, v.25, n.1-2, p.11-21, 1989.
- GRANZIN, B.C.; DRYDEN, G.McL. The effects of monensin on milk production and levels of metabolites in blood and rumen fluid of Holstein-Friesian cows in early lactation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, n.8, p.933-940, 1999.
- GREEN, H.B.; SYMANOWSKI, J.T.; WAGNER, J.R. et al. Effect of monensin on milk production parameters, feed intake, body weight, body condition, and efficiency of milk production when fed to Holsteins. **Proceedings of the Thirty-Second Annual Conference American Association of Bovine Practitioners**, Nashville, Tennessee, USA, 23-26 September, p.236-237, 1999.
- HAIMOUD, A.D.; BAYOURTHE, C.; MONCOULON, R. et al. Avoparcin and monensin effects on digestive function in cows fed a high forage diet. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.70, n.2, p.181-189, 1996.
- 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.
- HANEY, Jr. M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, p.349, 1967.

- HARMON, D.L.; KREIKEMEIER, K.K.; GROSS, K.L. Influence of addition of monensin to an alfalfa hay diet on net portal and hepatic nutrient flux in steers. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.218-225, 1993.
- HEGAZY, M.A.; ELIAS, A.N. Influence of dietary monensin and lasalocid on age and weight of Barki ram- and ewe-lambs at puberty. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.37, n.74, p.1-15, 1997.
- HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. Academic Press - New York, p.533, 1966.
- IVAN, M.; DAYRELL, M.S.; HIDIROGLOU, M. Effects of bentonite and monensin on selected elements in the stomach and liver of fauna-free and faunated sheep. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.1, p.201-208, 1992.
- JALC, D.; BARAN, M.; PETKOV, A.I. et al. The effects of monensin (USA, CSFR, Bulgaria) on the fermentation of feed rations in a artificial rumen (Rusitec). **Veterinarni Medicina**, v.37, n.1, p.11-19, 1992.
- JALC, D.; BARAN, M.; VENDRAK, T. et al. Effect of monensin on fermentation of hay and wheat bran investigated by the rumen simulation technique (Rusitec). 2. End-products of fermentation and protein synthesis. **Archives of Animal Nutrition**, v.42, n.2, p.153-158, 1993.
- JALC, D.; LAUKOVA, A. Effect of nisin and monensin on rumen fermentation in artificial rumen. **Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift**, v.115, n.1-2, p.6-10, 2002.
- KALACHNYUK, G.I.; MAROUNEK, M.; SHIMUNEK, I. et al. Effect of ionophore on volatile fatty acid production in the rumen. **Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya**, n.2, p.93-98, 1990.
- 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, p.2571-2579, 1997.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Effect of forage quality and monensin on the ruminal fermentation of fistulated cows fed continuously at a constant intake. **Dairy Forage Research Center**, Research Summaries, p.85-87, March, 1997.
- LEE, S.K.; LEE, B.D.; JUNG, K.K. et al. Effect of feeding monensin on the feed intake, nutrient utilization and ruminal fermentation of Korean native goat. **Korean Journal of Animal Sciences**, v.32, n.2, p.74-82, 1990.
- LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; FARR, A.L. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal Biological Chemistry**, v.193, p.265-275, 1951.
- MAAS, J.A.; WILSON, G.F.; McCUTCHEON, S.N. et al. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4, p.1052-1058, 2001.
- MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen - efeitos do uso de ionóforos. **Bovinocultura de corte - Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, SP - FEALQ, p.79-96, 1990.
- MAROUNEK, M.; PETR, O.; MACHANOVA, L. Effect of monensin on *in vitro* fermentation of maize starch by hindgut contents of cattle. **Journal of Agricultural Science**, v.115, n.3, p.389-392, 1990.

- MBANZAMIHIGO, L.; Van NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Adaptation of rumen fermentation to monensin administration. **Reproduction Nutrition Development**, v.35, n.4, p.353-365, 1995.
- MBANZAMIHIGO, L.; Van NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Lasting effects of monensin on rumen and caecal fermentation in sheep fed a high grain diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, n.2-4, p.215-228, 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, Supplement, p.194-203, 2001.
- OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; CAMPOS, J.M.S. et al. Desempenho de novilhas leiteiras sob dietas com diferentes níveis de monensina. XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, Recife - PE, 2002a, CD-ROM.
- OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; VALADARES, R.F.D. et al. Parâmetros ruminais e glicose sanguínea em novilhas leiteiras sob dietas com diferentes níveis de monensina. XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, Recife - PE, 2002b, CD-ROM.
- PAISLEY, S.I.; HORN, G.W. Effect of ionophore on rumen characteristics, gas production, and occurrence of bloat in cattle grazing winter wheat pasture. **Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University, No. P-965, p.141-146, 1998.
- PLAIZIER, J.C.; MARTIN, A.; DUFFIELD, T. et al. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2918-2925, 2000.
- PODSEDNICEK, M.; MAROUNEK, M. The effect of monensin on the weight gains and parameters of rumen metabolism of calves. **Zivocisna Vyroba**, v.36, n.10, p.857-864, 1991.
- PURI, J.P.; KAPOOR, P.D.; GUPTA, M. et al. Effect of feeding monensin on some rumen metabolites and blood glucose in buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.64, n.1, p.88-90, 1994.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D.C. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1801-1812, 2001.
- ROGERS, M.; JOUANY, J.P.; THIVEND, P. et al. The effects of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.65, n.1-4, p.113-127, 1997.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.
- RUSSELL, J.B. Bactéria. "Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria". **Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health**. Scientific Update "On rumensin / Tylan/ Micotil for the professional feedlot consultant", Amarillo-TX, august, p.E1-E19, 1996.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini review. Effect of ionóforos on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.

- RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. **The Rumen Microbial Ecosystem**, Second edition, p.267-268, 1997.
- SCHULER, D. Studies on the influence of monensin-Na on the protein content of cow milk and further characteristics of performance. **Archives of Animal Nutrition**, v.38, n.10, p.947-954, 1988.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, UFV:Impr. Universitária, 1990. 165p.
- SINGH, G.P.; MOHINI, M. Effect of different levels of rumensin in diet on rumen fermentation, nutrient digestibility and methane production in cattle. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.12, n.8, p.1215-1221, 1999.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM-S.A.S. **User's Guide**. Cary, NC:S.A.S. Institute Inc., 1997.
- TEATHER, R.M.; FORSTER, R.J. Manipulating the rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, Supplement, p.57-69, 1998.
- TOWNE, G.; NAGARAJA, T.G.; BRANDT, R.T. Jr. et al. Dynamics of ruminal ciliated protozoa in feedlot cattle. **Applied and Environmental Microbiology**, v.56, n.10, p.3174-3178, 1990.
- VAGNONI, D.B.; CRAIG, W.M.; GATES, R.N. et al. Monensin and ammonization or urea supplementation of bermudagrass hay diets for steers. **Journal of Animal Science**, v.73, n.6, p.1793-1802, 1995.
- WARD, M.G.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Supplementation and monensin effects on digesta kinetics. 2. Cattle grazing winter range. **Journal of Range Management**, v.43, n.5, p.383-386, 1990.
- WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.57, p.168-177, 1983.
- 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.
- ZHOU, G.; CLARK, R.S. Effect of Rumensin and feed intake variation on ruminal pH in beef cattle. **Journal of Jilin Agricultural University**, v.21, n.4, p.1-5, 1999.
- ZINN, R.A.; BORQUES, J.L. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.18-25, 1993.
- 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.

Influência da Monensina no Consumo e na Digestibilidade Aparente de Dietas com Diferentes Teores de Proteína

Resumo - Foram alojados 25 carneiros em gaiolas de metabolismo por 20 dias, com o objetivo de se determinar a influência da monensina na digestibilidade de dietas contendo diferentes teores de proteína. As dietas possuíam 11,4 e 16,5% de proteína bruta na matéria seca, e eram constituídas por 65% de feno de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e 35% de concentrado, com inclusão ou não de 28 mg de monensina/kg de MS consumida, e um quinto tratamento utilizando feno puro. O concentrado da dieta com baixo teor protéico era à base de milho e uréia e o da dieta com alto teor protéico à base de milho e farelo de soja. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos avaliados por contrastes ortogonais completos. A monensina reduziu significativamente os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT), porém não foram verificadas diferenças na digestibilidade. A monensina também reduziu a perda de nitrogênio pelas fezes; no entanto, a maior retenção de nitrogênio ocorreu nos animais que não receberam monensina. O nível de proteína influenciou significativamente os consumos de PB, EE e CHOT, havendo maior consumo de proteína na dieta com alto teor protéico e maior consumo de lipídios e carboidratos na dieta com baixo teor protéico. O nível de proteína não influenciou a digestibilidade, com exceção da PB e EE que foi maior para os animais que consumiram dietas com alto e baixo teor protéico, respectivamente. A dieta contendo feno de capim-braquiária puro foi menos consumida, apresentou menor digestibilidade e balanço de nitrogênio negativo.

Palavras-chave: carneiros, ionóforos, ovinos, ruminantes

Influence of Monensin in the Intake and Apparent Digestibility of Diets with Different Protein Contents

Abstract - Twenty-five rams were housed in metabolic cages by 20 days, with the objective of determining the influence of monensin in the apparent digestibility of diets containing different protein contents. The diets had 11.4 and 16.5% crude protein in dry matter, being constituted by 65% of brachiaria hay (*Brachiaria decumbens*) and 35% of concentrate, with inclusion or not of 28 mg of monensin/kg of DM, and a fifth treatment using pure hay. The concentrate of the diet with low protein content was based on corn and urea and that with high protein content was based on corn and soybean meal. The treatments were allotted as randomized blocks design, being realized complete orthogonal contrast. Monensin reduced significantly the intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), etheral extract (EE), total carbohydrates (TC), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN); however no differences were verified in the digestibility. Monensin also reduced the loss of nitrogen by feces; however, the largest retention of nitrogen happened in the animals that did not receive monensin. The protein level influenced significantly the intakes of CP, EE and TC, having larger intake of protein in the high CP diet and larger intakes of lipids and carbohydrates in the low protein diet. The protein level did not influence the digestibility, except for CP and EE, that were larger for the animals that consumed diets with high and low protein content, respectively. The diet containing only brachiaria hay showed lower intake, presented smaller digestibility and negative nitrogen balance.

Key Words: ionophore, ram, ruminant, sheep

Introdução

O ponto de partida para a verificação da qualidade nutricional de uma dieta são as análises bromatológicas, onde se determina a composição química dos alimentos. Todavia, somente esta informação não é suficiente para assegurar que o desempenho dos animais, que receberão estes alimentos, seja condizente com a performance estipulada, já que em muitos casos, os nutrientes estão presentes no alimento, mas indisponíveis para o animal. Deste modo, também é necessário saber a sua digestibilidade, ou seja, determinar a fração do alimento que realmente está disponível para o animal. Segundo Schneider & Flatt (1975) a determinação da digestibilidade de um alimento compreende uma medida quantitativa dos nutrientes consumidos e das quantidades excretadas nas fezes sendo, portanto, definida como a fração do nutriente ingerido que não é recuperada nas fezes.

Com exceção dos carboidratos da parede celular, o coeficiente de digestibilidade normalmente é determinado na forma aparente, ou seja, nas fezes não são separadas a fração indigerível do alimento, das substâncias endógenas do próprio animal, que são liberadas no trato digestivo na forma de enzimas, mucinas, descamações da mucosa epitelial, etc., subestimando a digestibilidade verdadeira ou real. Às vezes a digestibilidade aparente também pode ser negativa, sendo nesses casos, o consumo menor que a perda endógena (Andriguetto et al., 1981). O nível de ingestão dos alimentos e, conseqüentemente, a taxa de passagem influenciam a digestibilidade de modo preponderante, sendo esses fatores dependentes da espécie e idade do animal, processamento e composição química dos alimentos, inclusão de aditivos na ração, bem como da temperatura ambiente e da disponibilidade de água (Silva & Leão, 1979).

De acordo com Maynard et al. (1984), o aumento do consumo de alimentos a partir de um certo nível diminui a digestibilidade da ração; no entanto, melhora-se o desempenho do animal devido à maior quantidade de nutrientes disponíveis. A máxima digestibilidade

da ração ocorre quando o alimento permanece maior tempo no trato gastrintestinal, sendo isso conseguido com um menor nível de ingestão, porém, nesses casos, o desempenho do animal é comprometido.

Como os ionóforos reduzem o consumo de alimentos, pode se esperar que a inclusão de monensina sódica à dieta proporcione, da mesma forma, um aumento na digestibilidade da ração, sendo isso já notificado por Wedegaertner & Johnson (1983), Medel et al. (1991) e McGuffey et al. (2001). Ionóforos, como a monensina sódica, são substâncias produzidas principalmente por cepas de *Streptomyces cinnamonensis* (Haney & Hoehn, 1967), que agem de forma análoga aos antibióticos, em virtude da sua capacidade inibidora sobre bactérias gram-positivas (Teather & Forster, 1998).

Isso se deve a própria estrutura química da molécula de monensina, que sendo altamente lipofílica e com aptidão para se ligar a prótons, se adere à membrana celular externa das bactérias, que são ricas em lipídios, catalisando a entrada ou saída de certos íons (Russell, 1996). Inicialmente, ocorre uma elevada saída de K^+ e uma entrada de H^+ para dentro da célula, causando uma queda de pH. A célula reage na tentativa de estabilizar o pH e o balanço iônico celular, exportando H^+ para o meio através das bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase. Como o gasto energético é muito elevado, com o passar do tempo as bactérias acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão ruminal (Russell & Strobel, 1989). De acordo com Russell & Wallace (1997), as bactérias gram-negativas não sofrem os efeitos da ação dos ionóforos, pois essas bactérias possuem uma dupla membrana celular, permanecendo a membrana interna protegida da ação da monensina. Como protozoários e fungos não possuem membrana protetora externa, eles também são sensíveis a monensina (Dennis et al., 1986).

Um outro fato importante é que os produtos finais da fermentação dos alimentos no rúmen, pelas bactérias gram-negativas, são os ácidos propiônico e succínico; e os das

bactérias gram-positivas são os ácidos acético e butírico e, conseqüentemente, os gases metano e o dióxido de carbono; a amônia e o ácido láctico (Russell & Wallace, 1997). Portanto, a inclusão de monensina promove ruminalmente um aumento da concentração molar do ácido propiônico, concomitantemente com uma redução dos ácidos acético, butírico e láctico, e dos gases metano, dióxido de carbono e amônia (Machado & Madeira, 1990). A menor fermentação de aminoácidos dietéticos no rúmen é compensada pelo maior aproveitamento destes no intestino delgado (Medel et al., 1991).

Os mecanismos pelos quais a monensina promove a redução de consumo ainda não estão completamente esclarecidos; no entanto, a menor ingestão de alimentos está correlacionada com o aumento da energia líquida da dieta, sendo isso diretamente envolvido com a mudança de perfil dos ácidos graxos voláteis gerados no rúmen-retículo e no aumento do aporte de aminoácidos de origem alimentar potencialmente digeríveis no intestino delgado (Hanson & Klopfenstein, 1979; Byers, 1980; Fox & Black, 1984; Clary et al., 1993). A ação dos ionóforos sobre a flora ruminal e, conseqüentemente, nos produtos gerados com a fermentação de alimentos já é bastante conhecida (Galyean & Owens, 1988; Kalachnyuk et al., 1990; Yang & Russell, 1993; Andrae et al., 1995; Granzin & Dryden, 1999; Oliveira et al., 2002). Entretanto, a influência da monensina na digestibilidade dos alimentos tem sido pouco pesquisada. Deste modo, os objetivos deste experimento foram verificar a influência da monensina sódica sobre a digestibilidade de dietas contendo diferentes níveis de proteína, em carneiros.

Material e Métodos

Este ensaio foi conduzido no Setor de Nutrição Animal pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG. Foram utilizados 25 carneiros castrados, mestiços Bergamácia-Santa Inês, e com peso vivo médio de 49,3 kg. No início do experimento, os carneiros foram pesados, após ficarem em jejum de sólidos por 12 horas, blocados em função do peso vivo e distribuídos aleatoriamente nos tratamentos. Posteriormente, os animais permaneceram alojados sob um galpão de alvenaria, e mantidos presos em gaiolas de metabolismo feitas de aço, contendo coletor de urina, cocho e suporte para água. Como na gaiola não existia coletor de fezes, estas foram recolhidas, utilizando-se bolsa coletora, feita de lona e revestida internamente com napa, e presa ao animal através de arreio. No início do experimento, todos os animais foram tratados contra ecto e endoparasitos, para controlar as infestações por parasitos externos e internos.

As dietas experimentais possuíam 11,4 e 16,5% de proteína bruta, na matéria seca, e eram constituídas por 65% de feno de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e 35% de concentrado, com inclusão ou não de 28 mg de monensina/kg de MS consumida, além de mais uma dieta contendo somente feno totalizando, assim, cinco dietas (tratamentos). O concentrado das dietas com baixo e alto teor protéico era à base de milho e uréia; e milho e farelo de soja, respectivamente (Tabela 1). As dietas foram oferecidas aos animais à vontade duas vezes ao dia, dividida em partes iguais, às 8:00 e 17:00 horas. O nível de Rumensin[®] incluído no concentrado diariamente, de forma parcelada, foi de 0,33g/kgMS oferecida, correspondendo aos tratamentos com 28 mg de monensina/kg MS consumida.

O ensaio teve duração de 20 dias, sendo 15 dias para a adaptação dos animais às instalações, manejo e ao alimento e cinco dias para a determinação da digestibilidade e do balanço de nitrogênio.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes e teores de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais das dietas com baixo e alto teor protéico, na matéria seca¹

Table 1 - Percentage composition of ingredients and crude protein and total digestible nutrients, of the diets with low and high protein content, in the dry matter¹

Ingredientes <i>Ingredient</i>	Teor protéico <i>Protein content</i>	
	Baixo <i>Low</i>	Alto <i>High</i>
Feno de capim-braquiária (%) - <i>Brachiaria hay (%)</i>	65,11	65,00
Milho grão (%) - <i>Corn grain (%)</i>	33,25	14,70
Uréia (%) - <i>Urea (%)</i>	0,91	–
Sulfato de amônia (%) - <i>Ammonium sulfate (%)</i>	0,09	–
Farelo de soja (%) - <i>Soybean meal (%)</i>	–	20,0
Mistura mineral (%) ² - <i>Mineral mixture (%)</i> ²	0,64	0,33
Total (%) - <i>Total (%)</i>	100,00	100,00
Proteína bruta (% na MS) - <i>Crude protein (% of DM)</i>	11,45	16,54
Nutrientes digestíveis totais (% na MS) <i>Total digestible nutrients (% of DM)</i>	64,26	66,26

¹ Foram adicionados 0,33 g de Rumensin[®]/ kg de matéria seca oferecida, correspondendo aos tratamentos com 28 mg de monensina/kg de MS consumida.

² Mistura mineral contendo em cada kg: 25 g de sulfato de amônio, 75 g de cloreto de potássio, 425 g de fosfato bicálcico, 250 g de calcário calcítico, 209,85 g de sal comum, 12,5 g de sulfato de zinco, 2,5 g de sulfato de cobre e 0,15 g de sulfato de cobalto.

¹ They were added 0.33 g of Rumensin[®]/ kg of dry matter offered, corresponding to the treatments with 28 mg of monensin/kg of DM intake.

² Mineral mixture containing in each kg: 25 g of ammonium sulfate, 75 g of potassium chloride, 425 g of bicalcic phosphate, 250 g of limestone, 209.85 g of common salt, 12.5 g of zinc sulfate, 2.5 g of copper sulfate and 0.15 g of cobalt sulfate.

Tanto os alimentos oferecidos, como as sobras foram coletados, pesados e amostrados diariamente, pela manhã, durante todo o período experimental. Já a coleta, pesagem e amostragem das fezes (10% do total excretado após homogeneização) foram feitas duas vezes ao dia, às 7:00 e 17:00 horas. A urina, após filtragem em tela de náilon, foi coletada em balde, contendo 100 ml de ácido sulfúrico a 30%, para diminuir o pH, de modo a preservar a composição química e evitar as perdas de nitrogênio (amônia) por volatilização, sendo, portanto, medido o seu volume, com uma proveta de 2000 ml, e amostrado (3% do volume total) uma única vez ao dia, as 9:00 horas. Todas as amostras foram devidamente identificadas e congeladas em “freezer”, sendo feito no final do ensaio uma amostra composta do período (5 dias) por animal.

Ao final do experimento, as amostras do alimento fornecido, sobras e fezes foram descongeladas em temperatura ambiente, secas em estufa ventilada a 65°C por 72 horas e processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm. Posteriormente, realizaram-se análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e matéria mineral (MM), segundo metodologia descrita por Silva (1990). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram determinados pela equação: $CHOT = \{100 - [PB (\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]\}$; e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados a partir da equação: $NDT (g/dia) = \{(PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes}) + (CHOT \text{ ingerido} - CHOT \text{ fezes}) + [2,25 * (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})]\}$, propostas por Sniffen et al. (1992). Na Tabela 2 estão apresentadas as composições bromatológicas do feno de capim braquiária e da ração concentrada, que foram ofertadas aos animais.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos avaliados por contrastes ortogonais completos a 5% de probabilidade, pelo programa S.A.S. (1997).

Tabela 2 - Composição bromatológica do feno de capim-braquiária e da ração concentrada ofertada aos animais¹

Table 2 - Chemical composition of the brachiaria hay and concentrate ration supplied to the animals¹

Itens - Items	MS - % DM - %	Porcentagem na matéria seca Percentage in the dry matter					
		MO OM	PB CP	EE EE	CHOT TC	FDN NDF	FDA ADF
Feno braquiária <i>Brachiaria hay</i>	86,06	93,96	7,90	0,90	85,16	77,72	45,65
Concentrado – Concentrate							
Baixo teor protéico <i>Low protein content</i>	86,99	97,25	17,06	4,36	75,83	13,29	4,05
Alto teor protéico <i>High protein content</i>	87,90	95,13	32,26	3,16	59,70	12,98	7,36

¹ MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); CHOT (carboidratos totais); FDN (fibra em detergente neutro); FDA (fibra em detergente ácido).

¹ DM (dry matter); OM (organic matter); CP (crude protein); EE (ethereal extract); TC (total carbohydrates); NDF (neutral detergent fiber); ADF (acid detergent fiber).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os consumos médios da matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), fibra em detergente neutro (CFDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) das dietas contendo baixo ou alto teor protéico, com ou sem monensina, e da dieta contendo somente feno de capim-braquiária, de acordo com o nível de concentrado, teor protéico e monensina.

Segundo Medel et al. (1991), o fornecimento de monensina a bovinos confinados promove diminuição no consumo sem alterar o ganho de peso, havendo, portanto redução na conversão alimentar. Esse menor consumo é relacionado com mudanças no metabolismo energético, ou seja, aumento do ácido propiônico no rúmen e maior aporte de aminoácidos dietéticos no intestino delgado, devido à diminuição da deaminação da proteína no rúmen.

Neste experimento verifica-se que o nível de proteína influenciou significativamente nos consumos de PB, EE e CHOT (Tabela 3), havendo maior consumo de proteína; lipídios e carboidratos nas dietas com alto e baixo teor protéico, respectivamente (Tabela 4). O fornecimento de monensina promoveu uma redução significativa em todas as variáveis, ou seja, nos consumos de MS, MO, PB, EE, CHOT, FDN e NDT (Tabelas 3 e 4). Não sendo verificado, entretanto, interação entre teor protéico e monensina (Tabela 3). Os animais que receberam somente feno de capim-braquiária apresentaram menor consumo de MS, MO, PB, EE e NDT, e consumos semelhantes de FDN (Tabelas 3 e 4).

Ward et al. (1990a,b) ao fornecerem monensina a novilhos fistulados no rúmen, mantidos em pastagem de verão e inverno, respectivamente, não observaram alterações significativas no consumo de forragem sendo, no entanto, observada uma redução no enchimento do trato gastrintestinal. Utilizando novilhos mantidos em regime de

confinamento, Galloway et al. (1993), Zinn & Borques (1993) e Zinn et al. (1994), da mesma forma, não observaram alterações no consumo de matéria seca, quando a monensina foi fornecida aos animais.

Tabela 3 - Consumos de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), porcentagem do peso vivo (CMSPV) e função do peso metabólico (CMSPM); matéria orgânica (CMO); proteína bruta (CPB); extrato etéreo (CEE); carboidratos totais (CCHOT); fibra em detergente neutro (CFDN); e nutrientes digestíveis totais (CNDT), em função dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5*

Table 3 - Intakes of dry matter, expressed in kg/day (DMI), percentage of live weight (DMILW) and as a function of metabolic weight (DMIMW); organic matter (OMI); crude protein (CPI); ethereal extract (EEI); total carbohydrate (TCI); neutral detergent fiber (NDFI) and total digestible nutrients (TDNI), as a function of the treatments T1, T2, T3, T4 and T5*

Itens – Items	Tratamentos - Treatments					CV % VC %	Valor de P - P- value			
	T1	T2	T3	T4	T5		Concentrado Concentrate	Teor protéico (TP) Protein content (PC)	Monensina (M) Monensin (M)	TP * M PC * M
CMS - kg MS/animal/dia DMI - kg DM/animal/day	1,35	1,23	1,35	1,14	0,84	10,27	< 0,0001	0,3991	0,0072	0,4615
CMSPV - kg MS/100kgPV DMILW - kg DM/100 kg LW	2,76	2,57	2,83	2,47	1,75	9,04	< 0,0001	0,8835	0,0145	0,3666
CMSPM - g MS/(PV) ^{0,75} DMIMW - g DM/(LW) ^{0,75}	72,68	67,15	73,98	63,64	45,80	9,06	< 0,0001	0,6772	0,0083	0,3724
CMO - g/dia OMI - g/day	1.288,26	1.167,27	1.272,29	1.072,91	795,33	10,29	< 0,0001	0,3001	0,0072	0,4587
CPB - g/dia CPI - g/day	157,78	141,38	242,65	195,86	69,93	13,11	< 0,0001	< 0,0001	0,0041	0,1286
CEE - g/dia EEI - g/day	30,89	27,42	24,52	19,81	8,05	10,87	< 0,0001	< 0,0001	0,0022	0,5720
CCHOT -g/dia TCI-g/day	1.099,59	998,47	1.005,12	857,24	717,35	10,03	< 0,0001	0,0132	0,0090	0,5857
CFDN - g/dia NDFI - g/day	703,55	646,04	687,98	602,70	653,00	10,90	0,8461	0,3724	0,0414	0,6712
CNDT - g/dia TDNI - g/day	847,25	782,37	868,68	701,91	388,60	10,72	< 0,0001	0,4043	0,0040	0,1584

* T1: baixo teor protéico sem monensina; T2: baixo teor protéico com monensina; T3: alto teor protéico sem monensina; T4: alto teor protéico com monensina; T5: feno de capim-braquiária puro.

* T1: low protein content without monensin; T2: low protein content with monensin; T3: high protein content without monensin; T4: high protein content with monensin; T5: pure brachiaria hay.

Tabela 4 - Consumos de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), porcentagem do peso vivo (CMSPV) e função do peso metabólico (CMSPM); matéria orgânica (CMO); proteína bruta (CPB); extrato etéreo (CEE); carboidratos totais (CCHOT); fibra em detergente neutro (CFDN); e nutrientes digestíveis totais (CNDT), de acordo com nível de concentrado, teor protéico e monensina

Table 4 - Intakes of dry matter, expressed in kg/day (DMI), percentage of live weight (DMILW) and as a function of metabolic weight (DMIMW), organic matter (OMI), crude protein (CPI), ethereal extract (EEI), total carbohydrates (TCI), neutral detergent fiber (NDFI) and total digestible nutrients (TDNI), according to concentrate level, protein content and monensin

Variáveis Variables	Concentrado - Concentrate		Teor protéico - Protein content		Monensina - Monensin	
	Sem - Without	Com - With	Baixo - Low	Alto - High	Sem - Without	Com - With
CMS - kg MS/animal/dia DMI - kg DM/animal/day	0,84 b	1,27 a	1,29	1,24	1,35 a	1,18 b
CMSPV - kg MS/100kgPV DMILW - kg DM/100 kg LW	1,75 b	2,66 a	2,66	2,65	2,79 a	2,52 b
CMSPM - g MS/(PV) ^{0,75} DMIMW - g DM/(LW) ^{0,75}	45,80 b	69,36 a	69,92	68,81	73,33 a	65,40 b
CMO - g/dia OMI - g/day	795,33 b	1.200,18 a	1.227,77	1.172,60	1.280,28 a	1.120,09 b
CPB - g/dia CPI - g/day	69,93 b	184,42 a	149,58 b	219,26 a	200,22 a	168,62 b
CEE - g/dia EEI - g/day	8,05 b	25,66 a	29,15 a	22,16 b	27,70 a	23,61 b
CCHOT-g/dia TC-g/day	717,35 b	990,10 a	1.049,03 a	931,18 b	1.052,35 a	927,85 b
CFDN - g/dia NDFI - g/day	653,00	660,07	674,80	645,34	695,77 a	624,37 b
CNDT - g/dia TDNI - g/day	388,60 b	800,05 a	814,81	785,30	857,96 a	742,14 b

Médias com letras diferentes na mesma linha, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas a 5% de acordo com o teste F.
Averages with different letters in the same line, inside of each factor, indicate significant differences at 5% in agreement with the F test.

Su et al. (1993), Su & Yan (1997), Garcia et al. (2000) e Ruiz et al. (2001), de modo semelhante, também verificaram que o consumo de alimento (MS) não foi alterado, quando a monensina foi fornecida para cabritos cruzados (Nubian x Taiwan), cabras nativas de Taiwan, carneiros fistulados ruminalmente e vacas leiteiras, respectivamente. No entanto, Araújo & Fernandez (1991) observaram que o fornecimento de monensina (120 mg/kg) a novilhos cruzados (Holandês x Brahma) recebendo dietas com baixa (2,6%) e alta fibra (15%), promoveu uma diminuição no consumo de matéria seca, independente do teor de fibra da dieta. Reduções significativas no consumo de matéria seca, com a inclusão de monensina, foram relatadas por Faulkner et al. (1985), Lee et al. (1990) e Singh & Mohini (1999), com bovinos, cabritos e bezerros, respectivamente. Já Patil & Honmode (1994), ao fornecerem monensina (0, 11 e 22 mg/kg) a cordeiros da raça Malpura, mantidos em regime de pastejo e suplementados com concentrado, verificaram que o consumo de concentrado diminuiu linearmente ($P < 0,01$) com o aumento da monensina, enquanto que o consumo de volumoso (MS) foi significativamente mais alto nos animais que receberam monensina.

Nas Tabelas 5 e 6, são apresentadas as digestibilidades médias de matéria seca (DigMS), matéria orgânica (DigMO), proteína bruta (DigPB), extrato etéreo (DigEE), carboidratos totais (DigCHOT), fibra em detergente neutro (DigFDN), % nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digerível (ED) das dietas contendo baixo ou alto teor protéico, com ou sem monensina, e da dieta contendo somente feno de capim-braquiária, de acordo com o nível de concentrado, o teor protéico e a monensina.

Tabela 5 - Digestibilidade, em percentagem, da matéria seca (DigMS), matéria orgânica (DigMO), proteína bruta (DigPB), extrato etéreo (DigEE), carboidratos totais (DigCHOT) e fibra em detergente neutro (DigFDN); nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digerível (ED) dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5*

Table 5 - Percentage digestibility of dry matter (DigDM), organic matter (DigOM), crude protein (DigCP), ethereal extract (DigEE), total carbohydrates (DigTC) and neutral detergent fiber (DigNDF); total digestible nutrients (TDN) and digestible energy (DE), of the treatments T1, T2, T3, T4 and T5*

Itens <i>Items</i>	Tratamentos - <i>Treatments</i>					CV - % VC - %	Valor de P <i>P- value</i>			
	T1	T2	T3	T4	T5		Concentrado <i>Concentrate</i>	Teor protéico (TP) <i>Protein content (PC)</i>	Monensina (M) <i>Monensin (M)</i>	TP * M <i>PC * M</i>
DigMS - % <i>DigDM - %</i>	62,81	63,75	65,54	62,83	48,08	3,95	< 0,0001	0,4112	0,4203	0,1085
DigMO - % <i>DigOM - %</i>	63,92	65,12	67,01	64,42	48,95	4,06	< 0,0001	0,3041	0,5424	0,1116
DigPB - % <i>DigCP - %</i>	59,13	63,67	74,65	75,12	42,61	5,88	< 0,0001	< 0,0001	0,1501	0,2374
DigEE - % <i>DigEE - %</i>	65,31	64,55	54,65	47,46	-2,53	10,04	< 0,0001	< 0,0001	0,0941	0,1685
DigCHOT - % <i>DigTC - %</i>	64,57	65,34	65,45	62,33	50,36	4,19	< 0,0001	0,3711	0,3254	0,1129
DigFDN - % <i>DigNDF - %</i>	52,28	54,29	55,49	53,74	52,03	4,72	0,1483	0,2594	0,9085	0,1174
% NDT <i>% TDN</i>	62,73	63,89	64,45	61,88	45,87	4,06	< 0,0001	0,8943	0,5263	0,1054
ED - kcal/grama MS <i>DE - kcal/grams DM</i>	2,77	2,82	2,84	2,73	2,02	4,06	< 0,0001	0,8865	0,5272	0,1023

* T1: baixo teor protéico sem monensina; T2: baixo teor protéico com monensina; T3: alto teor protéico sem monensina; T4: alto teor protéico com monensina; T5: feno de capim-braquiária puro.

* T1: low protein content without monensin; T2: low protein content with monensin; T3: high protein content without monensin; T4: high protein content with monensin; T5: pure brachiaria hay.

Tabela 6 - Digestibilidade, em percentagem, da matéria seca (DigMS), matéria orgânica (DigMO), proteína bruta (DigPB), extrato etéreo (DigEE), carboidratos totais (DigCHOT) e fibra em detergente neutro (DigFDN); nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digerível (ED), de acordo com nível de concentrado, teor protéico e monensina

Table 6 - Percentage digestibility of dry matter (DigDM), organic matter (DigOM), crude protein (DigCP), ethereal extract (DigEE), total carbohydrates (DigTC) and neutral detergent fiber (DigNDF); total digestible nutrients (TDN) and digestible energy (DE), according to concentrate level, protein content and monensin

Variáveis Variables	Concentrado - Concentrate		Teor protéico - Protein content		Monensina - Monensin	
	Sem - Without	Com - With	Baixo - Low	Alto - High	Sem - Without	Com - With
DigMS - % DigDM - %	48,08 b	63,73 a	63,28	64,18	64,18	63,29
DigMO - % DigOM - %	48,95 b	65,12 a	64,52	65,71	65,47	64,77
DigPB - % DigCP - %	42,61 b	68,14 a	61,40 b	74,88 a	66,89	69,39
DigEE - % DigEE - %	- 2,53 b	57,99 a	64,93 a	51,06 b	59,98	56,01
DigCHOT - % DigTC - %	50,36 b	64,42 a	64,95	63,89	65,01	63,84
DigFDN - % DigNDF - %	52,03	53,95	53,29	54,61	53,88	54,02
% NDT % TDN	45,87 b	63,24 a	63,31	63,16	63,59	62,89
ED - kcal/grama MS DE - kcal/grams DM	2,02 b	2,79 a	2,79	2,78	2,80	2,77

Médias com letras diferentes na mesma linha, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas a 5% de acordo com o teste F.
Averages with different letters in the same line, inside of each factor, indicate significant differences at 5% in agreement with the F test.

Além da mudança nos produtos finais da fermentação ruminal, parte da melhora no desempenho de bovinos confinados, quando se utilizam ionóforos, tem sido atribuída ao aumento da digestibilidade das dietas oferecidas aos animais (Wedegaertner & Johnson, 1983). Segundo Spears (1990), o fornecimento de monensina promove aumento na digestibilidade aparente da energia e do nitrogênio, bem como na absorção de magnésio, fósforo, zinco e selênio; porém, a digestibilidade da fibra e do amido e as absorções de cálcio, potássio e sódio não têm sido melhorados com a adição de ionóforos. Bedo et al. (1990) ao fornecerem monensina a carneiros, alimentados com diferentes proporções de feno e concentrado, relataram que a eficiência da monensina na melhora da digestibilidade é variável e inconsistente.

Muitos autores, como Lee et al. (1990), McCann et al. (1990), Araújo & Fernandez (1991), Su et al. (1993), Poti & Bedo (1994), Salles & Lucci (2000) e Plaizier et al. (2000) têm comprovado melhora na digestibilidade, em diferentes graus e em diversos nutrientes, quando a monensina é oferecida aos animais. Entretanto, no presente experimento, a monensina não influenciou a digestibilidade de nenhuma das variáveis analisadas, ou seja, a DigMS, DigMO, DigPB, DigEE, DigCHOT e DigFND. O nível de proteína também não influenciou a digestibilidade, com exceção da Dig PB e DigEE que foi maior para os animais que consumiram dietas com alto e baixo teor protéico, respectivamente. Também não foi verificada interação entre teor protéico e monensina. Os animais que receberam somente feno de capim-braquiária apresentaram menor digestibilidade da MS, MO, PB, EE e NDT, porém digestibilidade semelhante de FDN (Tabelas 5 e 6).

Zinn & Borques (1993) e Zinn et al. (1994), ao fornecerem monensina a bovinos, mantidos em regime de confinamento, também não observaram alterações na digestibilidade da matéria orgânica, fibra, amido e nitrogênio. Analogamente, Marounek et al. (1989) ao fornecerem monensina a bezerros da 3^a a 10^a semana de idade, alimentados

com leite mais concentrado e feno à vontade, observaram, com exceção dos lipídios, que as digestibilidades da MS, MO, PB e ENN não foram influenciadas pela monensina. Faulkner et al. (1985), Rogers et al. (1991), Galloway et al. (1993), Patil & Honmode (1994), Singh & Mohini (1999), Soodeen & Youssef (1999), Garcia et al. (2000) e Vikram et al. (2001) também não verificaram mudanças significativas na digestibilidade, com o fornecimento de monensina.

Neste ensaio, a avaliação do aproveitamento do nitrogênio é mais bem visualizada nas Tabelas 7 e 8, onde se pode observar o consumo (CN), a excreção fecal (EFN), a excreção urinária (EUN) e o balanço de nitrogênio (BN) em função das dietas contendo baixo ou alto teor protéico, com ou sem monensina, e da dieta contendo somente feno de capim-braquiária, de acordo com o nível de concentrado, teor protéico e monensina.

Segundo McGuffey et al. (2001), o fornecimento de monensina a bovinos promove melhor aproveitamento do nitrogênio dietético, sendo isso resultado do menor consumo de matéria seca, com conseqüente redução da ingestão de nitrogênio, diminuição na fermentação de peptídeos e aminoácidos no rúmen, devido a menor deaminação, e aumento desses peptídeos e aminoácidos em nível intestinal, causando assim um aumento na digestibilidade do nitrogênio. Neste experimento também foi verificado que o fornecimento de monensina promoveu uma redução significativa no consumo de nitrogênio, ocorrendo também diminuição das perdas de nitrogênio nas fezes; todavia, a perda através da urina foi semelhante. O balanço de nitrogênio indicou que a maior retenção ocorreu nos animais que não receberam monensina. As dietas com alto teor protéico promoveram significativamente um maior consumo de nitrogênio e uma maior perda de nitrogênio através da urina. Os animais que receberam somente feno de capim-braquiária apresentaram menor consumo de nitrogênio, menores perdas de nitrogênio nas fezes e urina e balanço de nitrogênio negativo (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 - Consumo de nitrogênio (CN), excreção fecal de nitrogênio (EFN), excreção urinária de nitrogênio (EUN) e balanço de nitrogênio (BN), em gramas/dia, para as dietas com baixo e alto teor protéico, com ou sem monensina; e com feno de capim-braquiária puro

Table 7 - Nitrogen intake (NI), fecal excretion of nitrogen (FEN), urinary excretion of nitrogen (UEN) and nitrogen balance (NB), in grams/day, for the diets with low and high protein content, with or without monensin, and with only brachiaria hay

Itens Items	Teor protéico <i>Protein content</i>				Feno puro <i>Pure hay</i>	Valor de P <i>P- value</i>			
	Baixo <i>Low</i>		Alto <i>High</i>			Concentrado <i>Concentrate</i>	Teor protéico (TP) <i>Protein content (PC)</i>	Monensina (M) <i>Monensin (M)</i>	TP * M <i>PC * M</i>
	Sem monensina <i>Without monensin</i>	Com monensina <i>With monensin</i>	Sem monensina <i>Without monensin</i>	Com monensina <i>With monensin</i>					
CN - <i>NI</i>	22,69	20,34	34,50	27,78	10,59	< 0,0001	< 0,0001	0,0054	0,1325
EFN - <i>FEN</i>	9,98	7,86	9,35	7,42	6,19	< 0,0001	0,3081	0,0012	0,8568
EU - <i>UEN</i>	10,55	12,53	22,68	19,89	6,19	< 0,0001	< 0,0001	0,7416	0,0657
BN - <i>NB</i>	2,17	-0,04	2,47	0,47	-1,80	0,0052	0,6364	0,0255	0,9032

Tabela 8 - Consumo de nitrogênio (CN), excreção fecal de nitrogênio (EFN), excreção urinária de nitrogênio (EUN) e balanço de nitrogênio (BN), de acordo com o nível de concentrado, teor protéico e monensina

Table 8 - Nitrogen intake (NI), fecal excretion of nitrogen (FEN), urinary excretion of nitrogen (UEN) and nitrogen balance (NB), according to concentrate level, protein content and monensin

Variáveis <i>Variables</i>	Concentrado - <i>Concentrate</i>		Teor protéico - <i>Protein content</i>		Monensina – <i>Monensin</i>	
	Sem - <i>Without</i>	Com - <i>With</i>	Baixo - <i>Low</i>	Alto - <i>High</i>	Sem - <i>Without</i>	Com - <i>With</i>
CN - <i>NI</i>	10,59 b	26,33 a	21,52 b	31,14 a	28,60 a	24,06 b
EFN - <i>FEN</i>	6,19 b	8,65 a	8,92	8,38	9,66 a	7,64 b
EU - <i>UEN</i>	6,19 b	16,41 a	11,54 b	21,29 a	16,61	16,21
BN - <i>NB</i>	- 1,80 b	1,27 a	1,06	1,47	2,32 a	0,21 b

Médias com letras diferentes na mesma linha, dentro de cada fator, indicam diferenças significativas a 5% de acordo com o teste F.
Averages with different letters in the same line, inside of each factor, indicate significant differences at 5% in agreement with the F test.

Gado (1997) ao fornecer monensina (0, 20 e 40 mg/cabeça/dia) a cabritos também verificou menor retenção de nitrogênio para os animais suplementados. Já Lee et al. (1990), ao fornecerem a cabritos nativos da Coréia, dietas com 80% do consumo *ad libitum*, contendo 80% de concentrado e 20% de feno triturado mais monensina (0, 22 ou 33 mg/kg), não observaram nenhuma alteração na retenção de nitrogênio nos animais que receberam monensina. No entanto, Plaizier et al. (2000) ao fornecerem monensina em cápsula de liberação controlada a vacas leiteiras, observaram que após o parto a monensina aumentou a digestibilidade aparente do nitrogênio e melhorou o balanço de nitrogênio de -77,8 para -44,9 gramas/dia. Aumento na digestibilidade aparente do nitrogênio e redução na perda de nitrogênio fecal também foi relatado por Ruiz et al. (2001), ao fornecerem monensina a vacas leiteiras, alimentadas com dietas a base de forragem fresca com monensina (350 mg/vaca/dia). Já Patil & Honmode (1994), ao administrarem monensina (0, 11 e 22 mg/kg) a cordeiros da raça Malpura, mantidos em regime de pastejo e suplementados com concentrado, verificaram que a retenção de nitrogênio foi maior nos animais que receberam 22 mg de monensina, seguido pelos grupos que receberam 11 e 0 mg.

Conclusões

O fornecimento de monensina a carneiros promoveu diminuição do consumo, não sendo verificadas alterações na digestibilidade. A monensina também reduziu a perda de nitrogênio pelas fezes; no entanto, a maior retenção de nitrogênio ocorreu nos animais que não receberam monensina.

A dieta contendo apenas feno de capim-braquiária foi menos consumida, apresentou menor digestibilidade e balanço de nitrogênio negativo.

Literatura Citada

- ANDRAE, J.G.; HORN, G.W.; BUCHANAN, D.S. et al. Effect of salt intake in a monensin-containing energy supplement on rumen fermentation of steers grazing wheat pasture. **Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University, No. P-943, p.145-150, 1995.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal** - As bases e os fundamentos da nutrição animal - Os alimentos. Editora Nobel, 4^a edição, v.1, p.395, 1981.
- ARAUJO, O.F.; FERNANDEZ, M.C. Efecto en novillos del monensin y el nivel de fibra de la dieta sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca. **Revista de la Facultad de Agronomía** - Universidad del Zulia, v.8, n.2, p.143-153, 1991.
- BEDO, S.; BODIS, A.; RAVASZ, I. Improvement of digestibility with monensin? **Krafftfutter**, n.2, p.62-66, 1990.
- BYERS, F.M. Determining effects of monensin on energy value of corn silage diets for beef cattle by linear semi-log methods. **Journal of Animal Science**, v.51, p.158-169, 1980.
- CLARY, E.M.; BRANDT, Jr. R.T.; HARMON, D.L. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digest kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3115-3123, 1993.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Research Veterinary Science**, v.41, p.251-256, 1986.
- FAULKNER, D.B.; KLOPFENSTEIN, T.J.; TROTTER, T.N. et al. Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape and microbial protein synthesis on high-fiber diets. **Journal of Animal Science**, v.61, p.654-660, 1985.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.725-739, 1984.
- GADO, H. Nutrients utilization and growth performance of Baladi goats kids fed monensin sodium supplemented ration. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, Nov Special, p.91-98, 1997.
- GALLOWAY, D.L.S.; 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.
- GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. Effects of monensin on growth, reproduction, and lactation in ruminants. **ISI Atlas of Science, Animal and Plant Sciences**, v.1, n.1, p.71-75, 1988.
- GARCIA, C.C.G.; MENDOZA, M.G.D.; GONZALEZ, M.S. et al. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, n.2, p.165-170, 2000.
- GRANZIN, B.C.; DRYDEN, G.McL. The effects of monensin on milk production and levels of metabolites in blood and rumen fluid of Holstein-Friesian cows in early lactation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, n.8, p.933-940, 1999.

- HANEY, Jr. M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, p.349, 1967.
- HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T. Monensin, protein source and protein levels for growing steers. **Journal of Animal Science**, v.48, p.474-479, 1979.
- KALACHNYUK, G.I.; MAROUNEK, M.; SHIMUNEK, I. et al. Effect of ionophore on volatile fatty acid production in the rumen. **Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya**, n.2, p.93-98, 1990.
- LEE, S.K.; LEE, B.D.; JUNG, K.K. et al. Effect of feeding monensin on the feed intake, nutrient utilization and ruminal fermentation of Korean native goat. **Korean Journal of Animal Sciences**, v.32, n.2, p.74-82, 1990.
- MAROUNEK, M.; SKRIVANOVA, V.; MACHANOVA, L. Effect of monensin on digestibility of nutrients, ruminal volatile fatty acids and blood parameters in young calves. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.42, n.4, p.273-280, 1989.
- McCANN, M.A.; CRADDOCK, B.F.; PRESTON, R.L. et al. Digestibility of cotton plant by-product diets for sheep at two levels of intake. **Journal of Animal Science**, v.68, n.2, p.285-295, 1990.
- 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, Supplement, p.194-203, 2001.
- MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen - efeitos do uso de ionóforos. **Bovinocultura de corte - Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, SP - FEALQ, p.79-96, 1990.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal**. Editora Freitas Bastos, 3ª edição, p.726, 1984.
- MEDEL, M.; MERINO, P.; THOMAS, R. et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.18, n.3, p.153-173, 1991.
- OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; VALADARES, R.F.D. et al. Parâmetros ruminais e glicose sanguínea em novilhas leiteiras sob dietas com diferentes níveis de monensina. XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais ...**, Recife - PE, 2002, CD-ROM.
- PATIL, N.V.; HONMODE, J. Growth and nutrient utilization in lambs as influenced by dietary monensin. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v.11, n.4, p.237-239, 1994.
- PLAIZIER, J.C.; MARTIN, A.; DUFFIELD, T. et al. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2918-2925, 2000.
- POTI, P.; BEDO, S. Effect of various growth promoters on dietary nutrient digestibility in sheep. **Allattenyesztes es Takarmanyozas**, v.43, n.1-2, p.31-40, 1994.
- ROGERS, M.; JOUANY, J.P.; THIVEND, P. et al. Comparative effects of feeding and duodenal infusion of monensin on digestion in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, n.4, p.1125-1133, 1991.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.

- RUSSELL, J.B. Bacteria. "Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria". **Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health**. Scientific Update " On rumensin/Tylan/Micotil for the professional feedlot consultant", Amarillo-TX, august, p.E1-E19, 1996.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini review. Effect of ionofores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.
- RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. **The Rumen Microbial Ecosystem**. Blackie Academic & Professional, 2^a edition, p.267-268, 1997.
- SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2- Digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.582-588, 2000.
- SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.P. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press Athens, p.423, 1975.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, UFV:Impr. Universitária, p.195, 1990.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Editora Livroceres, p.380, 1979.
- SINGH, G.P.; MOHINI, M. Effect of different levels of rumensin in diet on rumen fermentation, nutrient digestibility and methane production in cattle. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.12, n.8, p.1215-1221, 1999.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOODEEN, K.S.; YOUSSEF, F.G. Effect of monensin, avoparcin and grass supplementation on utilization of urea-treated rice straw by sheep and goats. **Small-Ruminant-Research**, v.33, n.3, p.201-211, 1999.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, n.6, p.632-638, 1990.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM-S.A.S. **User's Guide**. Cary, NC:S.A.S. Institute Inc., 1997.
- SU, A.K.; YAN, S.S. Effect of monensin and urea supplementing levels on the growth performance of hybrid goats. **Journal of Taiwan Livestock Research**, v.30, n.2, p.151-159, 1997.
- SU, A.K.; YAN, S.S.; WU, S.C. Effect of monensin concentration in diets on growth performance and propionate concentration in the rumen of crossbred kids. **Journal of Taiwan Livestock Research**, v.26, n.4, p.297-306, 1993.
- TEATHER, R.M.; FORSTER, R.J. Manipulating the rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, Supplement, p.57-69, 1998.
- VIKRAM, C.; RAMACHANDRA, B.; NAGABHUSHAN, V. et al. Effect of supplementation of monensin sodium on nutrient utilization in Deoni calves. **Indian Veterinary Journal**, v.78, n.7, p.611-614, 2001.

- WARD, M.G.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Supplementation and monensin effects on digest kinetics. 1. Cattle grazing summer range. **Journal of Range Management**, v.43, n.5, p.378-382, 1990a.
- WARD, M.G.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Supplementation and monensin effects on digesta kinetics. 2. Cattle grazing winter range. **Journal of Range Management**, v.43, n.5, p.383-386, 1990b.
- WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility, methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.57, p.168-177, 1983.
- 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.
- ZINN, R.A.; BORQUES, J.L. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.18-25, 1993.
- 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.

Desempenho e Custo da Alimentação de Novilhas Leiteiras em Confinamento

Recebendo Monensina em Diferentes Níveis

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do ionóforo monensina sódica no consumo, ganho de peso, conversão alimentar e alturas de cernelha e garupa de novilhas, mantidas em regime de confinamento, além de apresentar os custos com a alimentação nos diferentes tratamentos. Foram confinadas individualmente 28 novilhas da raça Holandesa por 84 dias e alimentadas com dietas contendo 32,84% de concentrado (grão de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral) e 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1 na MS. Os níveis de ionóforo adicionados ao concentrado foram 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida, totalizando quatro tratamentos. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. A adição de monensina promoveu uma elevação do custo das dietas, porém os diferentes níveis de monensina não influenciaram significativamente o consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em percentagem do peso vivo e em função do peso metabólico; os consumos de proteína bruta e de fibra em detergente neutro; o ganho de peso médio diário; a conversão alimentar; e as alturas de cernelha e de garupa.

Palavras-chave: bovinos, holandesa, ionóforo, ruminantes

Performance and Cost of Feeding of Dairy Heifers in Feedlot Receiving Monensin in Different Levels

Abstract - The objective of this work was to evaluate the influence of the ionophore monensin in the intake, weight gain, feed:gain ratio and withers and croup heights of heifers maintained in feedlot, beyond presenting the costs of feeding in the different treatments. Twenty eight Holstein heifers were confined individually by 84 days, and fed with diets containing 32.84% of concentrate (corn grain, soybean meal, urea and mineral mixture) and 67.16% of corn silage and sugar cane, in the proportion of 1:1 in DM. The ionophore levels added to the concentrate were 0, 14, 28 and 42 mg of monensin/kg of DM of the offered diet, representing four experimental diets. The experiment was analyzed as a complete randomized design with four treatments and seven replications. The monensin addition promoted an elevation of the diets cost, however the different monensin levels did not influence the dry matter intake, expressed in kg/day, percentage of live weight and as a function of metabolic body weight; the crude protein and neutral detergent fiber intakes; the average daily gain; the feed:gain ratio; and the withers and croup heights.

Key Words: bovines, Holstein, ionophore, ruminant

Introdução

O sucesso de uma exploração leiteira depende da efetiva atenção com a alimentação, manejo e sanidade de todas as categorias que compõem o rebanho. Assim, não se pode esperar que uma vaca seja altamente produtiva e econômica, durante sua vida, se ela não teve um crescimento adequado, ainda quando bezerra ou novilha (Andriguetto et al., 1983). Deve-se, portanto, haver coerência entre as fases de cria, recria e lactação, pois de nada adianta estabelecer um sistema de cria sofisticado, resultando em bezerras pesadas à desmama, se elas serão recriadas de forma imprópria (Campos & Lizieire, 2000). Crescimento adequado pode ser definido como sendo o aumento de tamanho, do peso corporal e da maturação do sistema reprodutivo, de modo que o animal possa demonstrar seu potencial genético precocemente e com mínimo custo (Heinrichs & Hargrove, 1987).

A composição do corpo da novilha modifica-se com o tempo. A curva de crescimento mostra que a quantidade de músculo e osso aumenta a uma taxa proporcionalmente menor que a carcaça, ao passo que a gordura eleva-se mais rapidamente que o peso da carcaça. Assim, quando se incrementa a deposição de tecido gorduroso, os ganhos diários diminuem, embora esta redução esteja condicionada ao consumo de energia acima da necessária para manter os processos fisiológicos de manutenção, como digestão e respiração. Outros fatores que influenciam a composição do ganho de peso são o 'status' protéico, o estágio de crescimento, o peso vivo, o tamanho que a novilha terá na idade adulta, o ambiente e o manejo (Pereira & Oliveira, 2000).

O desenvolvimento e o ganho de peso das novilhas devem ser equilibrados e não aquém e nem muito além do estipulado. O fornecimento de uma alimentação deficiente, que não supra a necessidade nutricional da novilha, determina um atraso na vida reprodutiva e produtiva, tornando-a inviável economicamente (Church, 1984). Por outro lado, o fornecimento de uma dieta exagerada durante a fase de crescimento, que esteja

fornecendo uma quantidade excessiva de nutrientes - principalmente de energia - também é prejudicial, pois promove aumento de deposição de gordura nos ovários e diminuição do tecido secretor (parênquima) da glândula mamária, comprometendo, conseqüentemente, a reprodução e a futura produção de leite da novilha (Sejrsen et al., 1983). Portanto, o plano de alimentação a ser adotado deverá ser aquele que, de forma econômica, permita que as novilhas atinjam o peso à puberdade e a concepção o mais cedo possível, sem que isso promova efeitos negativos em sua vida produtiva.

A fase de recria, que se estende da desmama até a puberdade, é menos complexa em termos de manejo que a fase de cria, sendo geralmente feita em regime de pastejo; no entanto, neste sistema o consumo e a oscilação no ganho de peso são difíceis de se controlar. Portanto, sistemas que permitam um desenvolvimento contínuo, com um controle mais rígido do consumo de alimentos e uma diminuição das variações no ganho de peso, como o regime de confinamento, são aconselháveis para a fase de recria. Segundo Campos & Lizieire (2000), no regime de confinamento, a utilização de dietas completas é recomendável por economizar mão-de-obra e tempo, além de minimizar a competição entre os animais, já que as dietas estarão disponíveis o tempo todo, e cada novilha poderá fazer várias refeições ao longo do dia.

A deficiência protéica incide negativamente sobre o ganho de peso, atrasando conseqüentemente, o início da puberdade (Teixeira, 1992); todavia, o consumo insuficiente de energia é provavelmente o principal fator nutricional relacionado com a precocidade sexual (Maynard et al., 1984). Assim, substâncias melhoradoras da eficiência alimentar, como os ionóforos, que promovem alterações na fermentação ruminal, podem ser úteis quando fornecidas a novilhas leiteiras mantidas em regime de confinamento.

Ionóforos, como a monensina sódica, são produtos da fermentação de vários actinomicetos, produzidos principalmente por bactérias do grupo *Streptomyces*

cinnamomensis (Haney & Hoehn, 1967), sendo altamente hidrofóbico e com capacidade de se ligar a prótons, age como um dissipador de gradiente de íons através da membrana celular de bactérias gram-positivas e de certas classes de protozoários e fungos, afetando negativamente o desenvolvimento destes microrganismos (Russell, 1996). Apesar da monensina ter pouca influência no ganho de peso diário de animais confinados, ela contribui melhorando o desempenho, já que proporciona mudança na população microbiana ruminal, com conseqüente alteração da fermentação e dos produtos da digestão microbiana (Chalupa, 1977), ocorrendo diminuição das produções de metano e dos ácidos acético e butírico, e aumento do ácido propiônico (McGuffey et al., 2001). Outros efeitos benéficos são a diminuição da degradação de aminoácidos (Russell & Martin, 1984), controle do pH ruminal, elevação da digestibilidade aparente da dieta (Salles & Lucci, 2000b) e controle da eimeriose no intestino delgado (Barragry, 1992). Assim, os objetivos deste experimento foram avaliar a influência de diferentes níveis de monensina sobre o desempenho e custo de produção de novilhas leiteiras mantidas em regime de confinamento.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado nos Setores de Nutrição Animal e de Gado de Leite, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG. Foram utilizadas 28 novilhas da raça Holandesa, sendo quatro PO, duas 15/16 e uma 7/8, por tratamento, com peso vivo médio inicial 245 kg.

As novilhas permaneceram confinadas por 104 dias em um galpão de alvenaria, sendo 20 dias de adaptação e três períodos de 28 dias para coleta de dados. Os animais ficaram alocados individualmente em baias (2,20 x 4,00 m²) providas de cocho e bebedouro automático, com laterais feitas com cordoalha de aço e piso de concreto

revestido com casca de café, renovado semanalmente. Durante o período pré-experimental os animais foram protegidos contra ecto e endoparasitos, e receberam uma dose intramuscular das vitaminas A, D e E.

Todas as dietas eram iso-protéicas e iso-energéticas com 15,5% de PB e 68% de NDT, fornecidas duas vezes ao dia, e constituídas por 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1 na MS, e 32,84% de concentrado, composto por grão de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral (Tabela 1). Os níveis de ionóforo, adicionados diretamente na mistura concentrada, foram de 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida, totalizando quatro tratamentos, sendo, portanto, a única variação entre os tratamentos a quantidade de monensina inclusa na dieta.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes e teores de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais, cálcio e fósforo das dietas experimentais, na matéria seca
 Table 1 - Percentage composition of ingredients and crude protein, total digestible nutrients, calcium and phosphorus of the experimental diets, in the dry matter

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Composição das dietas ¹ <i>Composition of the diets¹</i>
Silagem de milho (%) - <i>Corn silage (%)</i>	33,580
Cana-de-açúcar (%) - <i>Sugarcane (%)</i>	33,580
Milho grão (%) - <i>Corn grain (%)</i>	15,160
Farelo de soja (%) - <i>Soybean meal (%)</i>	15,830
Uréia (%) - <i>Urea (%)</i>	1,290
Sulfato de amônia (%) - <i>Ammonium sulfate (%)</i>	0,112
Mistura mineral (%) ² - <i>Mineral mixture (%)²</i>	0,439
Total (%) - <i>Total (%)</i>	100,00
Proteína bruta (% na MS) - <i>Crude protein (% of DM)</i>	15,50
Nutrientes digestíveis totais (% na MS) <i>Total digestible nutrients (% of DM)</i>	68,00
Cálcio (% na MS) - <i>Calcium (% of DM)</i>	0,41
Fósforo (% na MS) - <i>Phosphorus (% of DM)</i>	0,30

¹ Foram adicionados 0, 38, 76 e 114 g de Rumensin®/100 kg de mistura concentrada, correspondendo aos tratamentos com 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida.

² Mistura mineral contendo em cada kg: 25 g de sulfato de amônio, 75 g de cloreto de potássio, 425 g de fosfato bicálcico, 250 g de calcário calcítico, 209,85 g de sal comum, 12,5 g de sulfato de zinco, 2,5 g de sulfato de cobre e 0,15 g de sulfato de cobalto.

¹ 0, 38, 76 and 114 g of Rumensin® were added per 100 kg of concentrate, corresponding to the treatments with 0, 14, 28 and 42 mg of monensin/kg of DM of the offered diet.

² Mineral mixture containing in each kg: 25 g of ammonium sulfate, 75 g of potassium chloride, 425 g of dicalcium phosphate, 250 g of limestone, 209.85 g of common salt, 12.5 g of zinc sulfate, 2.5 g of copper sulfate and 0.15 g of cobalt sulfate.

O desempenho das novilhas foi determinado através do consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em percentagem do peso vivo e em função do peso metabólico, dos consumos de proteína bruta e de fibra em detergente neutro, do ganho de peso médio diário, da conversão alimentar e das alturas de cernelha e de garupa. Para isso, tanto os alimentos oferecidos como as sobras, foram coletados diariamente, pesados e amostrados, sendo as amostras congeladas por 28 dias, formando uma amostra composta do período por animal; posteriormente, realizaram-se análises dos teores de MS, PB e FDN, segundo metodologia descrita por Silva (1990). As medições das alturas da cernelha e da garupa (utilizando-se um hipômetro) e pesagem das novilhas, também foram realizadas em intervalos de 28 dias, estabelecendo-se um jejum de sólidos de 12 horas.

Para a apreciação dos custos foram considerados como despesas gerais, apenas os gastos relativos aos fatores de produção exclusivamente gerados no experimento, ou seja, somente foram levados em consideração às despesas com medicamentos e com a alimentação utilizada em cada tratamento. Não foram considerados como despesas, as instalações, os fluxos de serviços, as máquinas empregadas, as depreciações em geral e os gastos com a mão-de-obra. O preço dos insumos foi determinado em função dos valores existentes no mercado da cidade de Viçosa-MG, sendo, no entanto, estes valores convertidos em dólar corrente.

Para as análises das variáveis referentes ao desempenho das novilhas, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições, sendo que cada novilha representava uma unidade experimental. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e estudos de regressão, através do pacote estatístico S.A.S. (1997).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios para as variáveis peso vivo inicial e final; consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em porcentagem do peso vivo e em função do peso metabólico; consumos de proteína bruta e fibra em detergente neutro; ganho de peso médio diário; conversão alimentar e ganhos em alturas de cernelha e de garupa, referente aos tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina.

Tabela 2 - Peso vivo inicial (PVI) e final (PVF); consumo de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e em função do peso metabólico (CMSPM); consumos de proteína bruta (CPB) e fibra em detergente neutro (CFDN); ganho de peso médio diário (GMD); conversão alimentar (CA); e ganhos em alturas de cernelha (GCe) e garupa (GGa), em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 2 - Initial (ILW) and final live weight (FLW); dry matter intake, expressed in kg/day (DMI), in percentage of the live weight (DMILW) and in relation to the metabolic weight (DMIMW); intake of crude protein (ICP) and neutral detergent fiber (INDF); average daily weight gain (ADWG); feed:gain ratio (FGR); and withers (WHG) and croup (CHG) height gain, in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) *				EP SE	Média geral Overall mean
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg		
PVI - kg <i>ILW - kg</i>	245,60 a	245,60 a	243,90 a	246,30 a	3,94	245,35
PVF - kg <i>FLW - kg</i>	338,30 a	332,10 a	341,30 a	335,40 a	4,40	336,78
CMS - kg MS/animal/dia	6,88 a	6,60 a	6,69 a	6,65 a	0,46	6,71
DMI - kg <i>DM/animal/day</i>						
CMSPV - kg MS/100kg PV	2,36 a	2,28 a	2,29 a	2,29 a	0,09	2,31
DMILW - kg <i>DM/100 kg of LW</i>						
CMSPM - g MS/(PV) ^{0,75}	97,37 a	94,14 a	94,54 a	94,39 a	2,91	95,11
DMIMW - g <i>DM/(LW)^{0,75}</i>						
CPB - kg/dia <i>ICP - kg/day</i>	1,10 a	1,14 a	1,09 a	1,12 a	0,07	1,11
CFDN - kg/dia	2,42 a	2,24 a	2,35 a	2,29 a	0,17	2,33
INDF -kg/day						
GMD - kg/dia	1,10 a	1,03 a	1,16 a	1,06 a	0,06	1,09
ADWG - kg/day						
CA <i>FGR</i>	6,2 a	6,4 a	5,8 a	6,3 a	0,43	6,20
GCe - cm <i>WHG - cm</i>	8,79 a	7,37 a	7,46 a	8,67 a	0,93	8,07
GGa - cm <i>CHG - cm</i>	8,89 a	7,44 a	7,41a	8,19 a	1,01	7,98

* Tratamentos com 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta.

* *Treatments with 0, 14, 28 and 42 mg of monensin/kg of DM of the diet.*

** Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

** *Averages followed by same letters, in the line, don't differ among them by Tukey test (P>0.05).*

Não foram verificadas neste trabalho influências significativas do nível de monensina sobre os consumos de matéria seca, expresso em kg/dia, em percentagem do peso vivo e em função do peso metabólico; de proteína bruta e de fibra em detergente neutro (Tabela 2). Todavia, houve redução média de 3,4% do consumo de matéria seca, em kg/dia, para os animais que receberam monensina. Raun (1992) também mencionou diminuições da ingestão de matéria seca ao redor de 4,0%. Outros autores, como Goodrich et al. (1984) relataram que em dietas com 40% de concentrado a monensina promovia reduções de até 6,4% na ingestão de alimentos. Já Restle et al. (2001), ao fornecerem 13 mg de monensina/kg MS a novilhas confinadas, verificaram reduções no consumo de apenas 1,7%. Salles & Lucci (2000a), no entanto, contrariando a maioria dos resultados, observaram aumento no consumo de matéria seca de forma quadrática, ao fornecerem a bezerros holandeses 0; 0,4; 0,8 e 1,2 mg de monensina/kg de peso vivo, havendo máxima ingestão no nível de 0,8 mg de monensina.

Poucos trabalhos, no entanto, tem sido realizados com o intuito de examinar os efeitos dos ionóforos sobre o crescimento de novilhas leiteiras. Os existentes revelam que o consumo de matéria seca não tem sido reduzido significativamente pela adição de ionóforos. Da mesma forma, as variáveis ganho de peso médio diário e eficiência alimentar, apesar de também serem favorecidos com o fornecimento de ionóforos, igualmente não proporcionam diferenças significativas, sendo observado, no entanto, muitos casos de melhora na performance reprodutiva das novilhas (NRC, 2001).

Chalupa (1977), ao agrupar uma série de experimentos, que estudaram o efeito da monensina sobre o desempenho de bovinos, observou que nos estudos de confinamento, animais que receberam monensina (5,5 a 33 mg de monensina/kg de alimento ofertado) consumiram menos alimentos, mas mantiveram o ganho de peso, sendo estas diminuições geralmente maiores durante as quatro primeiras semanas após o fornecimento de monensina.

Já animais que foram mantidos em pastagem ou receberam forragem verde picada no cocho, a adição de 50 a 300 mg monensina/dia implicou em aumento no ganho de peso em cerca de 20%. Nestes ensaios, independente do regime alimentar, a eficiência alimentar também foi melhorada. Outras influências atribuídas a monensina, quando fornecida a animais em confinamento, são: redução na relação acetato:propionato (Raun, 1992), aumento da concentração de ácido propiônico, diminuição da produção de metano e amônia (Badawy et al., 1996), melhora na digestibilidade dos alimentos (Wedegaertner & Johnson, 1983) e controle de coccidiose (Paisley & Horn, 1996). Aparentemente, em todos os experimentos, observa-se que o aumento da energia disponível, favorecido principalmente pela elevação do ácido propiônico e redução da produção dos gases metano e carbônico, diminuiu o consumo (melhorando a digestibilidade) nos animais, devido uma regulação do balanço energético corporal, sendo esta energia usada como um ganho adicional.

Segundo Bergen & Bates (1984), o fornecimento de monensina a bovinos confinados influencia o ganho de peso diário de modo incerto, podendo este ganho variar de 96 a 110% em relação aos animais não suplementados. Neste experimento, as variáveis peso vivo final e ganho de peso médio diário não foram influenciadas significativamente pela adição de monensina (Tabela 2). Meinert et al. (1992) ao fornecerem a novilhas holandesas 200 mg de monensina/cabeça/dia também não observaram efeitos significativos da monensina sobre o peso vivo e o ganho de peso diário, havendo, no entanto, diminuição significativa da idade a primeira concepção e ao primeiro parto. Assim, estes autores concluem que a monensina pode reduzir a idade à puberdade sem afetar o peso vivo e o escore corporal.

Apesar do ionóforo não ter alterado significativamente o ganho de peso diário, verifica-se um aumento no ganho de peso de 5,4% para as novilhas que ingeriram a dieta contendo 28 mg de monensina, quando comparada com as que receberam a dieta controle

(Tabela 2). Aumentos no ganho de peso inferiores ao deste trabalho, proporcionado pela monensina, de 1,6; 1,8 e 3,1% foram descritos por Goodrich et al. (1984), Raun (1992) e Restle (2001), respectivamente. Salles et al. (2001), no entanto, ao fornecerem monensina a bezerras holandesas em crescimento observaram maior ganho de peso diário (26,56% superior aos animais controle).

Também foi observado neste trabalho, que as novilhas que receberam 42 mg monensina apresentaram ganhos de peso inferiores às que receberam 28 mg de monensina, sendo 96,36 e 105,45%, respectivamente, em relação às novilhas controle (Tabela 2). Já Salles & Lucci (2000a), utilizando níveis de monensina, encontraram efeito quadrático para a variável ganho de peso, sendo verificado melhora de 23,3; 28,9 e 17,6% para os níveis 0,4; 0,8 e 1,2 mg de monensina/kg peso vivo, respectivamente, em relação aos animais controle.

Segundo Haddad & Lourenço (1977) parte da melhora da conversão alimentar, observada em animais que recebem monensina, é atribuída à diminuição da produção dos gases metano e carbônico, já que esses são gerados em reações durante o processo de síntese dos ácidos acético e butírico. No entanto, esta melhora também pode ser atribuída à diminuição da fermentação ruminal da proteína alimentar, elevando-se conseqüentemente o aporte de peptídeos e aminoácidos no intestino delgado, bem como do aumento da digestibilidade (McGuffey et al., 2001) e do controle de microrganismos causadores de eimeriose-coccidiose no intestino delgado (Barragry, 1992).

Neste experimento, de acordo com as análises estatísticas descritas na Tabela 2, verifica-se que a monensina não influenciou significativamente a conversão alimentar, sendo observado, no entanto, uma diminuição da conversão alimentar de 6,4% para os animais que receberam a dieta contendo 28 mg de monensina, em relação a dieta sem monensina, sendo isso uma conseqüência da leve redução do consumo associado ao pequeno aumento

no ganho de peso, culminando numa melhor utilização da energia da dieta. Bergen & Bates (1984), Goodrich et al. (1984), Raun (1992) e Restle (2001) semelhantemente relataram aumentos na eficiência alimentar de 5-12; 7,5; 5,6 e 5,5%, respectivamente. Foi verificada também (Tabela 2) piora na conversão alimentar nas novilhas que receberam 42 mg de monensina, em relação as que receberam 28 mg de monensina. Salles & Lucci (2000a) não verificaram mudanças na conversão alimentar ao fornecerem a bezerros 0; 0,4; 0,8 e 1,2 mg de monensina/kg de peso vivo.

As variáveis altura de cernelha e de garupa isoladamente não indicam se o crescimento corporal e a maturação fisiológica das novilhas estão sendo adequados ou não, porém, se utilizadas em conjunto com outros parâmetros zootécnicos, podem auxiliar de maneira imprescindível na avaliação do desenvolvimento destes animais. Neste trabalho, o fornecimento de monensina não influenciou significativamente as alturas de cernelha e garupa (Tabela 2). Meinert et al. (1992) ao estudarem o crescimento de novilhas holandesas, também não observaram efeitos significativos da monensina sobre o ganho em altura de cernelha. Todavia, outros autores, como Salles & Lucci (2000a) e Salles et al. (2001) relataram que adição de monensina promoveu melhoria no ganho desta variável.

A recria de novilhas leiteiras em regime de confinamento apresenta uma série de benefícios, como menor incidência de ecto e endoparasitos, maior domínio da parte nutricional e melhor controle do ganho de peso e do crescimento dos animais. Deste modo, o desenvolvimento adequado e a precoce maturação dos órgãos reprodutivos causará uma antecipação do primeiro parto e maior produção de leite durante a vida útil da futura vaca. No entanto, as maiores desvantagens se encontram nos altos custos de produção, principalmente da alimentação, que constitui um fator decisivo no aspecto financeiro.

Como forma de se reduzir os custos, alimentos mais baratos, como a cana-de-açúcar (que produz grande quantidade de matéria seca por hectare), se possível, deve ser

incluída na dieta dos animais. Outros ingredientes, como os ionóforos, apesar de possuírem preço elevado também tem sido incluídos na dieta de animais em confinamento, com o escopo de diminuir o consumo e naturalmente melhorar a conversão alimentar e reduzir o custo da dieta. Portanto, a análise econômica das dietas utilizadas é fundamental para se poder avaliar a viabilidade de se criar os animais neste regime.

A análise dos custos relativa à alimentação apresentada na Tabela 3 evidencia que o ionóforo elevou o custo do confinamento. No entanto, a adição de 28 mg de monensina promoveu um benefício de 1,43% em relação à dieta controle, havendo lucro de 1 centavo de dólar para cada quilo de peso vivo adquirido, sendo isso um reflexo da leve redução no consumo de matéria seca associado ao pequeno incremento no ganho de peso diário. Esta diferença aparentemente insignificante começa a ser relevante quando se alimenta um grande número de animais, como acontece nos confinamentos dos E.U.A. - mais de 100.000 cabeças - justificando nesse país, a incorporação da monensina na dieta dos animais. Todavia, em nível de Brasil, como o número de animais que recebem alimentação diretamente no cocho é pequeno, possivelmente os benefícios com a utilização do ionóforo monensina não se refletirão na despesa final de forma significativa. Menor custo por kg de ganho de peso para novilhas que receberam monensina também foi relatado por Restle et al. (2001). Salles & Lucci (2000a) do mesmo modo, também observaram resultados satisfatórios na avaliação econômica de animais que receberam monensina.

Tabela 3 - Análise de custo relativa à alimentação, em dólares
 Table 3 - Analyses of cost the feeding, in dollars

Itens - Item	Tratamentos - mg monensina/kg MS oferecido Treatments - mg monensin/kg offered DM				
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg	Média Average
Ganho peso total/animal - kg Total weight gain/animal - kg	92,70	86,50	97,40	89,10	91,43
Ganho peso total/tratamento - kg Total weight gain/treatment - kg	648,90	605,50	681,80	623,70	640,01
Consumo MS total/animal - kg Total DM intake /animal - kg	577,92	554,40	561,96	558,60	563,64
Consumo MS total/tratamento - kg Total DM intake /treatment - kg	4.045,44	3.880,80	3.933,72	3.910,20	3.945,48
Consumo MN total/tratamento - kg Total intake /treatment, as fed - kg	10.692,57	10.257,96	10.398,40	10.336,80	10.421,43
Volumoso - kg Forage - kg					
Silagem de milho - Corn silage	4.377,89	4.199,72	4.256,99	4.231,53	4.266,53
Cana-de-açúcar - Sugar cane	4.793,43	4.598,35	4.661,06	4.633,19	4.671,51
Concentrado - kg Concentrate - kg					
Milho grão - Corn grain	709,33	680,46	689,74	685,62	691,29
Farelo de soja - Soybean meal	737,44	707,43	717,07	712,79	718,68
Uréia - Urea	52,19	50,06	50,74	50,44	50,86
Sulfato de amônia - Ammonium sulfate	4,53	4,35	4,41	4,38	4,42
Mistura mineral - Mineral mixture	17,76	17,04	17,27	17,17	17,31
Rumensin® 100 - gramas - grams	0,00	554,55	1.124,22	1.676,25	838,76
Despesas - dólar U\$ Costs - dollar U\$					
Vermífugo - Vermifuge	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Vitaminas (A, D, E) - Vitamins (A, D, E)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Volumoso - kg Forage - kg					
Silagem de milho - Corn silage	45,45	43,60	44,19	43,93	44,29
Cana-de-açúcar - Sugar cane	16,59	15,91	16,13	16,03	16,17
Concentrado - kg Concentrate - kg					
Milho grão - Corn grain	81,00	77,70	78,76	78,29	78,94
Farelo de soja - Soybean meal	165,86	159,11	161,28	160,32	161,64
Uréia - Urea	12,64	12,13	12,29	12,22	12,32
Sulfato de amônia - Ammonium sulfate	0,55	0,53	0,53	0,53	0,54
Mistura mineral - Mineral mixture	2,77	2,65	2,69	2,67	2,70
Rumensin® 100	0,00	7,67	15,56	23,20	11,60
Despesa total/tratamento - dólar U\$ Total costs /treatment - dollar U\$	326,63	321,07	333,2	338,96	329,97
Despesa total/animal - dólar U\$ Total costs /animal - dollar U\$	46,66	45,87	47,60	48,42	47,14
Despesa/animal/dia - dólar U\$ Costs/animal/day - dollar U\$	0,56	0,55	0,57	0,58	0,56
Custo/kg de ganho peso - dólar U\$ Costs/kg of weight gain - dollar U\$	0,50	0,53	0,49	0,54	0,52
Benefício* - Benefit*	-	-2,33	1,43	-3,57	-

Duração do período de alimentação no confinamento: 84 dias. Duration of the feedlot feeding period - 84 days

Rumensin® 100 - Nome comercial do ionóforo monensina. Composição: 10% de monensina e 90% de farinha de milho, óleo vegetal, farelo de soja extrusado e casca de arroz moído.

Rumensin® 100 - Trade name of the ionophore monensin. Composition: 10% of monensin and 90% of maize flour, vegetable oil, extruded soybean meal and tritured peel of rice.

1 U\$ dólar comercial = 2,89 R\$ reais. 1 U\$ commercial dollar = 2.89 R\$ real.

*Benefício: [(dieta controle - dieta referência)*ganho peso total]. Benefit: [(diet control - diet reference)*total gain weight].

Conclusões

A adição da monensina sódica à dieta de novilhas holandesas criadas em regime de confinamento, promoveu uma elevação do custo, e não influenciou significativamente os consumos de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, nem o ganho de peso médio diário, conversão alimentar e alturas de cernelha e garupa.

Literatura Citada

- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal**. Editora Nobel, volume 2, p. 425, 1983.
- BADAWY, S.A.; YOUNIS, M.; SHALASH, M.R. et al. Monensin effects on rumen metabolic profile, methane production and protozoal population in buffalo-heifers. **Egyptian Journal of Veterinary Science**, v.30, p. 49-56, 1996.
- BARRAGRY, T.B. Treatment of coccidiosis in lambs. **Irish Veterinary News**, v. 14, n. 1, p. 18-20, 1992.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production, efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, p. 1465-1483, 1984.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. Alimentação e manejo de novilhas. **Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Gado de Leite**. Goiânia - GO, p.21-38, maio de 2000.
- CHALUPA, W. Manipulating ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 45, p. 585-599, 1977.
- CHURCH, D.C. **Alimentos y alimentación del ganado**. Tomo I y II. Editorial Hemisferio Sur, p. 800, 1984.
- 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.
- HADDAD, C.M.; LOURENÇO Jr., J.B. Monensina: um novo aditivo na alimentação de ruminantes. **Zootecnia**, v. 15, n. 3, p. 171-181, 1977.
- HANEY, Jr. M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, p. 349, 1967.
- HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standards of weigh and height for Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 3, p. 653-660, 1987.
- 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, Supplement, p. 194-203, 2001.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro:Freitas Bastos, p. 736, 1984.
- MEINERT, R.A.; YANG, C.M.J.; HEINRICHS, A.J. et al. Effect of monensin on growth, reproductive performance, and estimated body composition in Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 1, p. 257-261, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-N.R.C. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh revised edition, p. 381, 2001.
- PAISLEY, S.I.; HORN, G.W. Feed intake of lightweight, early-weaned beef and dairy calves fed receiving diets containing increasing levels of monensin. **Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University, n. P-951, p. 98-103, 1996.
- PEREIRA, J.C.; OLIVEIRA, R.L. Utilização do bezerro proveniente de rebanhos leiteiros para produção de carne em sistema intensivo. **II SIMBRAS - Simpósio de Brasilândia**, Brasilândia de Minas - MG, p. 159-186, 2000.

- RAUN, A.P. Rumensin; “then and now”. In: Rumensin “in the 1990’s”, 1990, Dallas, TX. **Proceedings ...** Indianapolis: Elanco Animal Health, p.A1-A20, 1992.
- RESTLE, J; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D.C. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1801-1812, 2001.
- RUSSELL, J.B. Bacteria. “Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria”. **Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health**. Scientific Update “ On rumensin / Tylan/ Micotil for the professional feedlot consultant”, Amarillo–TX, august, p.E1-E19, 1996.
- RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329-1338, 1984.
- SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 573-581, 2000a.
- SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2. Digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 582-588, 2000b.
- SALLES, M.S.V.; ZANETTI, M.A.; CONTI, R.M.C. et al. Efeitos da monensina no desempenho de bezerras leiteiras em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.4, p. 1293-1298, 2001.
- SEJRSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A. Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 4, p. 845-855, 1983.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos - Métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p.160,1990.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM-S.A.S. **User's Guide**. Cary, NC:S.A.S. Institute Inc., 1997.
- TEIXEIRA, J.C. **Nutrição de Ruminantes**. UFLA/FAEPE, Lavras - MG, p. 239, 1992.
- WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility, methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v. 57, p.168-177, 1983.

Parâmetros Ruminal, Sangüíneo e Urinário, e Digestibilidade de Nutrientes em Novilhas Leiteiras em Confinamento Recebendo Monensina em Diferentes Níveis

Resumo - Este trabalho objetivou verificar a influência de diferentes níveis do ionóforo monensina sódica, incluído na dieta de novilhas leiteiras, sobre os parâmetros ruminal, sangüíneo e urinário, e sobre a digestibilidade aparente das dietas. Para isso, foram coletadas amostras de líquido ruminal (imediatamente antes e duas horas após a alimentação), sangue, urina e fezes de 28 novilhas da raça Holandesa mantidas em regime de confinamento por 84 dias. As dietas possuíam 32,84% de concentrado (grão de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral) e 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1 na MS. Os níveis de ionóforo adicionados ao concentrado foram 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições, realizando-se estudos de regressão e contrastes ortogonais. Antes da alimentação (zero hora), a monensina não influenciou o pH ruminal e nem a concentração de amônia e dos ácidos acético, propiônico e butírico; havendo redução na relação acetato:propionato. Às duas horas após a alimentação, verificou-se redução no pH e na relação acetato:propionato; e aumento na concentração de ácido propiônico. Os estudos de contrastes revelaram que ocorreu diminuição da concentração de amônia antes da alimentação. Não foram verificadas mudanças significativas nas concentrações de glicose e uréia sangüínea. A monensina também não influenciou os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e fibra em detergente neutro (FDN). As digestibilidades da MS, EE e CHOT, e a perda de nitrogênio urinário apresentaram respostas quadráticas.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, amônia, ionóforos, rúmen

Ruminal, Blood and Urinary Parameters and Nutrients Digestibility in Dairy Heifers in Feedlot Receiving Monensin in Different Levels

Abstract - This work aimed to verify the influence of different levels of the ionophore monensin, included in the diet of dairy heifers, on the ruminal, blood and urinary parameters, and on the apparent digestibility of the diets. For that, they were collected samples of ruminal fluid (immediately before and 2 hours after feeding), blood, urine and feces of 28 heifers of Holstein breed maintained in confinement during 84 days. The diets had 32.84% of concentrate (corn grain, soybean meal, urea and mineral salt mixture) and 67.16% of corn silage and sugarcane, in the proportion of 1:1 in DM. The ionophores levels added to the concentrate were 0, 14, 28 and 42 mg of monensin/kg of DM of the offered diet, representing four experimental diets. The experiment was analyzed as complete randomized design with four treatments and seven replications, and studies of regression and orthogonal contrast were developed. Before feeding (zero hour), monensin did not influence the ruminal pH and the concentrations of ammonia and acetic, propionic and butyric acids, but there was reduction in the acetate:propionate ratio. At 2 hours after feeding, reduction was verified in the pH and acetate:propionate ratio; and increase in the concentration of propionic acid. The studies of contrasts revealed that there was decrease of the concentration of ammonia before feeding. There was no effect in the glucose and blood urea concentrations. Monensin did not also influence the intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), total carbohydrates (TC) and neutral detergent fiber (NDF). The digestibilities of DM, EE and TC, and the urinary nitrogen loss presented quadratic effects.

Key Words: ammonia, ionophore, rumen, volatile fatty acids

Introdução

Ionóforos são produtos da fermentação de vários actinomicetos, produzidos principalmente por bactérias do grupo *Streptomyces cinnamonensis* (Haney & Hoehn, 1967). Existem atualmente mais de 70 tipos diferentes de ionóforos identificados, que agem como um alimento aditivo melhorador da eficiência alimentar, via redução de consumo em animais confinados. No Brasil, somente os ionóforos monensina sódica e lasalocida sódica é que receberam aprovação para poderem ser incluídos na dieta de ruminantes. A melhora da eficiência alimentar está relacionada, segundo Russell (1996), com as propriedades químicas dos ionóforos, ou seja, alta hidrofobicidade associada à elevada capacidade ligante a prótons, que os permite agirem como dissipadores de gradiente de íons através da membrana celular de bactérias gram-positivas e de certas classes de protozoários e fungos, afetando negativamente o desenvolvimento destes microrganismos e, conseqüentemente, a fermentação e os produtos finais da digestão microbiana.

A maior fragilidade das bactérias gram-positivas aos ionóforos se deve a estrutura física de sua membrana celular. De acordo com Russell & Wallace (1997) além da membrana celular interna, as bactérias gram-negativas possuem mais duas membranas, uma delgada formada por peptidoglicanos e mais externamente uma segunda formada por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, impermeável as grandes moléculas da monensina. Deste modo, esta estrutura física faz com que a membrana celular interna fique protegida e que as bactérias gram-negativas, conseqüentemente, sejam resistentes aos ionóforos. Já as bactérias gram-positivas possuem, além da membrana celular interna, somente uma membrana externa formada por peptidoglicanos, que apesar de espessa, é porosa e não consegue impedir a ação da monensina, o que as tornam sensíveis aos ionóforos. Protozoários e fungos não possuem

a membrana protetora externa, sendo também sensíveis a monensina, quando avaliados em experimentos “in vitro” (Dennis et al., 1986).

Os principais produtos da fermentação microbiana ruminal são os ácidos acético, propiônico e butírico, a amônia (NH₃), o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), sendo os dois últimos produzidos durante a formação dos ácidos acético e butírico. Os ácidos graxos voláteis representam a principal fonte energética dos ruminantes; todavia, a amônia, o CO₂ e o CH₄ representam perdas de nitrogênio e de energia, respectivamente. Um fato importante é que as bactérias gram-positivas são responsáveis pela maior produção de NH₃, a exemplo do *Clostridium* e *Peptostreptococcus*; de lactato, como o *Streptococcus* e *Lactobacillus*; dos ácidos acético e butírico, como o *Butyrivibrio*, *Ruminococcus* e *Fibrobacter*; e de CO₂ e CH₄. As bactérias gram-negativas são responsáveis pela maior produção de ácido propiônico, a exemplo do *Bacterioides*, *Selenomonas* e *Veillonella*; e maior consumo de lactato, como o *Anaerovibrio*, *Megasfera* e *Selenomonas* (Chen & Wollin, 1979; Dennis et al., 1981; Richardson, 1990; Tung & Kung, 1993; Russell, 1996; Plaizier et al., 1997).

Como os ionóforos atuam selecionando as bactérias gram-negativas (Russell & Wallace, 1997), há aumento da porcentagem molar do ácido propiônico (Badawy et al., 1996), seguido por elevação dos níveis de glicose sanguínea (Maas et al., 2001); e diminuições dos ácidos acético e butírico (McGuffey et al., 2001) e da concentração de amônia, com posterior aumento do aporte de aminoácidos digeridos e absorvidos diretamente no intestino delgado (Russell & Strobel, 1989; Hegazy & Elias, 1997), e diminuição de lactato (Dennis et al., 1981; Russell & Strobel, 1989), com conseqüente elevação do pH ruminal (Russell, 1996). Com isto há aumento da energia metabolizável em função da redução da produção de CO₂ e CH₄ (Bagg, 1997); e maior eficiência metabólica na utilização do propionato, já que ele é o único ácido graxo volátil utilizado

para síntese de glicose no fígado, além de poder ser oxidado diretamente no Ciclo de Krebs (Schelling, 1984). Outro fato importante proporcionado pelos ionóforos é a melhora na digestibilidade (Wedegaertner & Johnson, 1983), em razão do menor consumo associado ao maior tempo de permanência do alimento no trato digestivo e, possivelmente, da maior secreção de insulina ocasionada indiretamente pela monensina, via aumento de propionato e glicose sanguínea (Cinar & Sulu, 1995; Hegazy, 1997), com conseqüente estímulo e aumento das secreções dos principais hormônios gastrintestinais (gastrina, secretina, colecistoquinina e peptídeo gastrointestinal - GIP) responsáveis pelo processo de digestão (Teixeira, 1996).

A digestibilidade constitui-se num método indispensável para a avaliação dos alimentos e tem sido amplamente utilizada em ruminantes. A determinação da digestibilidade de um alimento compreende a medida quantitativa dos nutrientes consumidos e as quantidades excretadas nas fezes, sendo definida como a fração do nutriente ingerido que não é recuperado nas fezes. Como a coleta total de fezes, para a verificação da digestibilidade, é trabalhosa para bovinos, formas indiretas para determinar a produção de fezes, através do uso de indicadores, têm sido sugeridas por diversos autores, como Silva & Leão (1979) e Prigge et al. (1981). A fibra em detergente ácido indigerível (FDAi) também tem se destacado como um bom indicador interno, estando intimamente associada ao alimento e permanecendo uniformemente distribuída na digesta, permitindo uma boa estimativa da produção fecal (Craig et al., 1984).

Deste modo, os objetivos deste experimento foram avaliar a influência de diferentes níveis da monensina sódica sobre os parâmetros ruminal, sanguíneo e urinário, e sobre a digestibilidade aparente das dietas, em novilhas leiteiras confinadas.

Material e Métodos

Este experimento foi executado no Setor de Gado de Leite e as análises químicas realizadas nos Laboratórios de Microbiologia, Química, Veterinária e Nutrição Animal pertencentes à Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG. Foram utilizadas 28 novilhas da raça Holandesa, sendo quatro PO, duas 15/16 e uma 7/8, por tratamento, com peso vivo médio inicial e final de 245,0 e 336,8 kg, respectivamente.

Os animais permaneceram confinados em baias individuais, em um galpão de alvenaria, recebendo dietas constituídas de 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1 na MS, e 32,84% de concentrado, composto por grão de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral (Tabela 1). O experimento durou 104 dias, sendo 20 dias de adaptação e três períodos de 28 dias para verificação do desempenho. Todas as dietas eram iso-protéicas e iso-energéticas com 15,5% de PB e 68% de NDT, fornecidas duas vezes ao dia. Os níveis de ionóforo, incluídos no concentrado, foram de 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida, totalizando quatro tratamentos com sete repetições, em que a única variação entre os tratamentos foi a quantidade de monensina inclusa na dieta. Após o término do período de avaliação do desempenho, as novilhas permaneceram confinadas por mais uma semana, recebendo as mesmas dietas, para a realização das coletas de líquido ruminal, sangue e urina.

A coleta de líquido ruminal foi realizada a 0 e as 2 horas após a primeira alimentação diária das novilhas, através de sonda esofágica acoplada numa bomba de vácuo. Imediatamente após a coleta, o líquido ruminal foi filtrado em quatro camadas de gaze, e determinado o seu pH, através de um peagâmetro. A seguir, as amostras de líquido ruminal foram resfriadas com gelo, a cerca de - 5 °C, e transportadas para o

laboratório para a realização das análises de amônia e dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico). A análise de amônia foi feita segundo o método colorimétrico relatado por Chaney & Marbach (1962) e adaptado ao Laboratório de Microbiologia - UFV; e as análises de ácidos graxos voláteis foram realizadas segundo o método narrado por Erwin et al. (1961) e adaptado ao Laboratório de Química - UFV.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes e teores de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais, cálcio e fósforo das dietas experimentais, na matéria seca

Table 1 - Percentage composition of ingredients and crude protein, total digestible nutrients, calcium and phosphorus of the experimental diets, in the dry matter

Ingredientes <i>Ingredient</i>	Composição das dietas ¹ <i>Composition of the diets¹</i>
Silagem de milho (%) - <i>Corn silage (%)</i>	33,580
Cana-de-açúcar (%) - <i>Sugarcane (%)</i>	33,580
Milho grão (%) - <i>Corn grain (%)</i>	15,160
Farelo de soja (%) - <i>Soybean meal (%)</i>	15,830
Uréia (%) - <i>Urea (%)</i>	1,290
Sulfato de amônia (%) - <i>Ammonium sulfate (%)</i>	0,112
Mistura mineral (%) ² - <i>Mineral mixture (%)²</i>	0,439
Total (%) - <i>Total (%)</i>	100,00
Proteína bruta (% na MS) - <i>Crude protein (% of DM)</i>	15,50
Nutrientes digestíveis totais (% na MS) <i>Total digestible nutrients (% of DM)</i>	68,00
Cálcio (% na MS) - <i>Calcium (% of DM)</i>	0,41
Fósforo (% na MS) - <i>Phosphorus (% of DM)</i>	0,30

¹ Foram adicionados 0, 38, 76 e 114 g de Rumensin®/100 kg de mistura concentrada, correspondendo aos tratamentos com 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS da dieta oferecida.

² Mistura mineral contendo em cada kg: 25 g de sulfato de amônio, 75 g de cloreto de potássio, 425 g de fosfato bicálcico, 250 g de calcário calcítico, 209,85 g de sal comum, 12,5 g de sulfato de zinco, 2,5 g de sulfato de cobre e 0,15 g de sulfato de cobalto.

¹ 0, 38, 76 and 114 g of Rumensin® were added per 100 kg of concentrate, corresponding to the treatments with 0, 14, 28 and 42 mg of monensin/kg of DM of the offered diet.

² Mineral mixture containing in each kg: 25 g of ammonium sulfate, 75 g of potassium chloride, 425 g of bicalcic phosphate, 250 g of limestone, 209.85 g of common salt, 12.5 g of zinc sulfate, 2.5 g of copper sulfate and 0.15 g of cobalt sulfate.

A coleta de sangue foi feita somente às 2 horas após a alimentação e simultaneamente com a coleta de líquido ruminal, utilizando-se tubos de vacutainer contendo 2 gotas de heparina para impedir a coagulação do sangue, diretamente na veia

jugular. As amostras foram imediatamente centrifugadas e o plasma congelado; posteriormente, as análises de glicose e uréia foram feitas no Laboratório de Veterinária - UFV, utilizando-se kits comerciais da Labtest (www.labtest.com.br), sendo a leitura feita em espectrofotômetro. A coleta de urina, utilizando-se amostra spot, também foi feita às 2 horas após a alimentação, através de massagem da região abaixo da vulva. Após ser realizada a determinação da concentração de creatinina e uréia na amostra de urina (Laboratório de Veterinária - UFV, utilizando-se kits comerciais Labtest e leitura em espectrofotômetro), calculou-se a produção urinária através da fórmula: Produção de urina = [(27,77 mg creatinina x Peso vivo)/Concentração de creatinina na amostra em mg/litro], descrita por Renno (2003), que trabalhou com novilhos em crescimento das raças Holandês, Girolando e Zebu. Posteriormente, calculou-se a perda de uréia na urina, expressa em g/dia, mg/kgPV e mg N-uréia/kgPV, através das equações: {[mg/dl de uréia na amostra de urina x 10) x litros de urina]/1000}; [(mg/dia de uréia)/peso vivo]; e (mg/kgPV de uréia x 0,466), respectivamente.

A verificação da influência da monensina sobre a digestibilidade foi avaliada entre a 2^a e a 3^a semanas do segundo período de avaliação de desempenho das novilhas, utilizando-se a forma indireta. Assim, durante dez dias foram coletadas e congeladas amostras dos alimentos oferecidos e das sobras de cada novilha, sendo também realizadas duas coletas de fezes, diretamente no reto, uma pela manhã e a outra, após um intervalo de sete dias, à tarde, sendo as amostras também congeladas e posteriormente processadas. A produção fecal foi estimada utilizando-se a fibra em detergente ácido indigerível (FDAi) como indicador interno. Para isto, foram incubados os alimentos oferecidos, as sobras e as fezes (0,5 g de amostra, moída em peneira de 1 mm, por saco - Ankom) no rúmen de um boi holandês por 144 horas, sendo estes sacos posteriormente lavados em água corrente e, em seguida, com solução de detergente

ácida, segundo o método descrito por Craig et al. (1984) e adaptado ao Laboratório de Nutrição Animal - UFV. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinza (CZ) e fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal - UFV e seguiram os procedimentos descritos por Silva (1990); e os carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições, sendo realizados estudos de regressão e contrastes ortogonais, através do pacote estatístico S.A.S. (1997).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se descritos os valores de pH, amônia, ácidos acético, propiônico e butírico, e a relação acetato:propionato, com suas respectivas equações de regressão em função dos tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina. Na Tabela 3 encontram-se as variáveis amônia, ácido propiônico e a relação acetato:propionato, analisadas através de contrastes ortogonais, onde se comparou o tratamento sem monensina versus os demais.

O pH ruminal pode variar de 4,5 a 7,0 dependendo da dieta fornecida ao animal. Quando são ofertadas grandes quantidades de grãos, a elevada taxa de fermentação pode diminuir o pH, favorecendo o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático, havendo acúmulo de lactato no fluido ruminal e, conseqüentemente, uma severa diminuição do pH e sintomas de acidose (Hungate, 1966). Nestes casos, a monensina pode ajudar a restaurar o pH ruminal, já que ela diminui a produção de lactato através da inibição do crescimento do *Streptococcus bovis*, principal bactéria causadora da acidose láctica (Suda et al., 1995; Russell, 1996; Zhou & Clark, 1999). Todavia, em

dietas com alta proporção de volumoso, pouca vantagem tem sido notificada em relação à variável pH, quando a monensina é fornecida aos ruminantes (Mousa, 1994; Haimoud et al., 1995; Hegazy & Elias, 1997; Garcia et al., 2000).

Neste experimento, como 67% da dieta era composta por volumosos, a adição de monensina não promoveu alteração do pH ruminal, mantendo-se ele estável no tempo zero, com média de 7,2, sendo também verificado, apesar de elevado (7,46 a 7,16), uma diminuição linear do pH na coleta realizada às 2 horas após a alimentação. Possivelmente, esses valores de pH superiores a sete indicam uma pequena contaminação com saliva, ocasionado pelo método de coleta utilizado. Lana & Russell (1997) também verificaram diminuições no pH ruminal ao fornecerem monensina a vacas não lactantes alimentadas com feno de timóteo e/ou alfafa. Analogamente, Zinn et al. (1994) ao fornecerem monensina a bovinos confinados também observaram diminuições no pH ruminal.

A hidrólise de proteínas, por enzimas microbianas ruminais, libera peptídeos que são quebrados em aminoácidos e amônia, e incorporados como proteína microbiana. Quando a fermentação ultrapassa a capacidade de assimilação do nitrogênio pelos microrganismos, ocorre acúmulo de amônia e pequena retenção de nitrogênio pelo animal, sendo parte deste nitrogênio excretado pelos rins (AFRC, 1993). A redução da fermentação protéica pode ser feita através do uso de ionóforos, já que este reduz a degradação de peptídeos no rúmen aumentando a quantidade de aminoácidos que chegam ao intestino delgado (Russell & Martin, 1984; Chen & Russell, 1991; McGuffey et al., 2001).

A concentração de amônia também é dependente do pH ruminal, sendo que quanto mais baixo o pH, menor é o nível de amônia (Erfle et al., 1982). Há, portanto, maior eficiência da monensina no controle da produção de amônia em dietas que

proporcionam pHs mais altos (Lana et al., 1998). Como neste experimento o pH foi elevado, em média 7,2, poderia se esperar que a monensina promovesse uma diminuição da concentração de amônia ruminal. Todavia, isto não foi observado, apesar de ser verificada uma tendência de diminuição no tempo zero (Tabela 2).

Redução significativa da concentração de amônia a 0 hora, em nível de 5%, foi verificada através da análise de contrastes ortogonais, onde se comparou o líquido ruminal dos animais sem monensina versus os que receberam monensina na dieta (Tabela 3). Diminuições na concentração de amônia ruminal também foram relatadas por Mousa (1994) e Salles & Lucci (2000) ao fornecerem monensina a cabritos fistulados e a bezerros holandeses, respectivamente. Plaizier et al. (2000) ao fornecerem monensina em cápsulas de liberação lenta a vacas leiteiras no período de transição, também verificaram diminuições na concentração de amônia ruminal. Já Lana e Russell (1997) não observaram diminuições da concentração de amônia, quando a monensina foi ofertada juntamente com 100% de feno de timóteo, ou com a mistura dos fenos timóteo e alfafa (50:50%). Similarmente, Lee et al. (1990) e Yalcin et al. (1995) ao fornecerem monensina a cordeiros da raça Merino e a cabritos nativos da Coréia, respectivamente, também não verificaram mudanças na concentração de amônia ruminal.

Tabela 2 - Valores de pH, amônia, ácidos acético, propiônico e butírico e relação acetato:propionato do líquido ruminal, às 0 e 2 horas após alimentação, e as equações de regressão significativas, em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 2 - Values of pH, ammonia, acetic, propionic and butyric acids and acetate:propionate ratio of the ruminal fluid, at the 0 and 2 hours after feeding, and the significant regression equations, in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) ¹				Média Average	
	Treatments (Level of monensin) ¹					
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg		
0 hora após alimentação 0 hour after feeding						
pH	7,23 a	7,20 a	7,19 a	7,19 a	7,20	
Amônia - mg/dl Ammonia - mg/dl	9,38 a	6,10 a	7,56 a	6,26 a	7,32	
Ácido acético - m mol/l Acetic acid - m mol/l	73,96 a	68,17 a	70,48 a	62,69 a	68,83	
Ácido propiônico - m mol/l Propionic acid - m mol/l	14,65 a	15,34 a	16,77 a	15,05 a	15,45	
Ácido butírico - m mol/l Butyric acid - m mol/l	6,16 a	6,19 a	5,70 a	6,65 a	6,18	
Relação Acetato:Propionato Acetate: Propionate ratio	5,05	4,44	4,20	4,16	4,46	
2 horas após alimentação 2 hours after feeding						
pH	7,46	7,39	7,13	7,16	7,29	
Amônia - mg/dl Ammonia - mg/dl	15,40 a	15,04 a	17,97 a	15,45 a	15,96	
Ácido acético - m mol/l Acetic acid - m mol/l	71,14 a	75,33 a	72,24 a	68,86 a	71,89	
Ácido propiônico - m mol/l Propionic acid - m mol/l	15,40	17,91	20,45	18,87	18,16	
Ácido butírico - m mol/l Butyric acid - m mol/l	10,43 a	9,90 a	9,44 a	9,47 a	9,81	
Relação Acetato:Propionato Acetate: Propionate ratio	4,62	4,21	3,53	3,65	4,00	
	Equação de regressão ²		Regression equation ²		Prob > F	r ²
0 hora após alimentação 0 hour after feeding						
Relação Acetato:Propionato Acetate: Propionate ratio	$\hat{Y} = 5,078286 - 0,021857 * X$				0,0872 *	10,84
2 horas após alimentação 2 hour after feeding						
pH	$\hat{Y} = 7,455714 - 0,008265 * X$				0,0170 *	20,02
Ácido propiônico - m mol/l Propionic acid - m mol/l	$\hat{Y} = 16,216286 + 0,092541 * X$				0,0375 *	15,61
Relação Acetato:Propionato Acetate: Propionate ratio	$\hat{Y} = 4,688286 - 0,029153 * X$				0,0005 *	37,77

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, na linha, pelo teste Tukey (P>0,05).

² Significativo de acordo com o teste F.

¹ Averages followed by same letters do not differ among them, in the line, by Tukey test (P>0.05).

² Significant by F test.

Tabela 3 - Comparação das variáveis amônia, ácido propiônico e relação acetato: propionato, através da análise de contrastes ortogonais, referente aos tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina

Table 3 - Comparison of the variables ammonia, propionic acid and acetate:propionate ratio; through the analyses of orthogonal contrasts, regarding the treatments containing 0, 14, 28 and 42 mg of monensin

Contraste - 0 vs 14 28 42 mg <i>Contrast - 0 vs 14 28 42 mg</i>	Grau de liberdade <i>Degree of freedom</i>	Quadrado médio <i>Mean square</i>	Valor F <i>F Value</i>	Pr > F
Amônia - mg/dl - 0 hs <i>Ammonia - mg/dl - 0 hs</i>	1	13,5876	4,02	0,0565*
Ác. Propiônico - m mol/l - 2 hs <i>Propionic ac. - m mol/l - 2 hs</i>	1	71,0056	6,03	0,0217*
Acetato:Propionato - 2 hs <i>Acetate:Propionate - 2 hs</i>	1	4,5128	12,65	0,0016*

* Significativo de acordo com o teste F. * *Significant by F test.*

Neste experimento, também não foi verificada nenhuma mudança significativa na concentração de uréia no plasma sanguíneo (Tabela 4). No entanto, foi observado um aumento de 6,4% no nível de uréia para os animais que receberam 28 mg de monensina, em relação aos que consumiram a dieta controle. Possivelmente, este aumento está relacionado com a elevação da concentração (16,7% - coleta à duas horas) de amônia ruminal verificado nos animais que receberam 28 mg de monensina (Tabela 2).

Tabela 4 - Valores de glicose e uréia sanguínea, em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 4 - Values of blood glucose and urea, in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) ¹ <i>Treatments (Level of monensin)¹</i>				Média <i>Average</i>
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg	
Glicose - mg/dl <i>Glucose - mg/dl</i>	83,77 a	84,07 a	90,09 a	84,27 a	85,55
Uréia - mg/dl <i>Urea - mg/dl</i>	41,00 a	41,01 a	43,61 a	39,34 a	41,24

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, na linha, pelo teste Tukey (P>0,05).

¹ *Averages followed by same letters don't differ among them, in the line, by Tukey test (P>0.05).*

Plaizier et al. (2000) observaram, apesar de também não ser significativo, aumento no teor de uréia sanguínea ao fornecerem monensina em cápsula de liberação lenta a vacas leiteiras no período de transição. Todavia, Hayes et al. (1996) e Duffield et al. (1998) ao ofertarem a vacas em regime de pastejo e novilhas leiteiras em primeira lactação, respectivamente, monensina em cápsula de liberação lenta, verificaram aumentos significativos no nível de uréia sanguínea. Já Badawy et al. (1996) e Hegazy (1997) ao fornecerem 150 e 200; e 100 mg monensina/dia a búfalas antes e após o parto; e pré-púberes (10 a 14 meses de idade), respectivamente, não observaram mudanças no nível de uréia plasmática. Semelhantemente, Abe et al. (1994), ao fornecerem monensina em cápsula de liberação lenta a vacas leiteiras, e Lee et al. (1990), ao fornecerem monensina a cabritos coreanos, alimentados com dietas contendo 80% de concentrado, não verificaram alterações no nível de uréia. Já Mousa (1994) ao fornecer monensina (10 mg/dia) a cabritos fistulados, observou uma diminuição da concentração de uréia sanguínea.

O suprimento energético dos ruminantes é oriundo principalmente dos ácidos graxos voláteis, sendo o ácido propiônico o mais eficaz, pois consegue diminuir a energia que seria perdida com a fermentação até a formação dos gases CH₄ e CO₂, além de ser mais eficientemente utilizado pelos tecidos do corpo do que o acetato e o butirato (Shelling, 1984). Como os ionóforos aumentam a proporção de ácido propiônico no rúmen há, deste modo, indiretamente, um aumento da energia metabolizável dos alimentos (Bergen & Bates, 1984) e, conseqüentemente, aumento da taxa de crescimento e uma resposta endócrina precoce, aparentemente influenciada pelos mecanismos reguladores da puberdade, em novilhas leiteiras (Medel et al., 1991).

Neste experimento verifica-se que a monensina contribuiu aumentando a proporção molar de ácido propiônico e diminuindo a do ácido acético (Tabelas 2 e 3),

estando isso relacionado com a capacidade da monensina em selecionar bactérias gram-negativas (Russell, 1996). Apesar de haver uma tendência de aumento na concentração de ácido propiônico antes da alimentação, aumentos lineares significativos foram verificados somente na coleta às 2 horas após a alimentação. Nesta coleta a concentração de ácido propiônico aumentou de 15,4 para 20,4 mmol/litro, para os tratamentos com 0 e 28 mg de monensina, respectivamente, ou seja, houve um aumento de 32,5%. Já reduções lineares na relação acetato:propionato foram verificados em ambos os horários de coleta. A análise de contrastes, onde se comparou o tratamento controle versus os com monensina, confirmou novamente estes resultados, ou seja, a monensina promoveu aumento da proporção de ácido propiônico e diminuição da relação acetato:propionato (Tabela 3). Thammacharoen et al. (2001) ao fornecerem monensina em cápsulas de liberação lenta a vacas holandesas, também verificaram significativos aumentos na percentagem molar de ácido propiônico; e diminuições na percentagem de ácido acético e na relação acetato:propionato; não sendo verificada diferença na percentagem de ácido butírico. Do mesmo modo, Lee et al. (1990) e Mousa (1994) ao fornecerem monensina a cabritos, e Maas et al. (2001) a carneiros em regime de pastejo, verificaram aumento na concentração do ácido propiônico e uma diminuição dos ácidos acético e butírico e da relação acetato:propionato.

A elevação da proporção de ácido propiônico ruminal promove aumento do propionato hepático, que é o principal precursor da glicose sanguínea. Com isto, há redução dos aminoácidos que seriam destinados a gliconeogênese, com conseqüente aumento da disponibilidade destes para a síntese de proteína. Neste experimento, não foi possível detectar diferenças significativas no nível de glicose sanguínea entre os tratamentos (Tabela 4). Entretanto, observa-se aumento de 7,5% na concentração de glicose nos animais suplementados com 28 mg de monensina, em relação aos do grupo

controle; sendo esta melhora um reflexo do aumento de 32,8% no nível de ácido propiônico ruminal, nos animais que receberam 28 mg de monensina na coleta às 2 horas. De maneira similar, Abe et al. (1994) também verificaram que vacas leiteiras, que receberam monensina em cápsula de liberação lenta, tenderam a ter maior nível de glicose sanguínea. Todavia, Mousa (1994) e Duffield et al. (1998) ao fornecerem monensina a cabritos fistulados e novilhas leiteiras em primeira lactação, respectivamente, observaram aumentos significativos da concentração de glicose sanguínea. Já Hegazy (1997) ao fornecerem 150 e 200 mg monensina/dia a búfalas antes e após o parto, verificaram que além do aumento das concentrações plasmáticas de propionato e glicose, também havia elevações do nível de insulina circulante. No entanto, Granzin & Dryden (1999) observaram que vacas no início da lactação, que receberam 300 mg de monensina/dia, não apresentaram alterações no nível de insulina, apesar de haver significativamente diminuição na proporção molar de ácido acético e aumento do ácido propiônico ruminal; e de elevação do propionato hepático e dos níveis de glicose sanguínea. Já Yalcin et al. (1995), Badawy et al. (1996) e Salles et al. (2001) ao fornecerem monensina a cordeiros da raça Merino, búfalas (10 a 14 meses de idade) e novilhas holandesas, respectivamente, não verificaram mudanças na concentração de glicose. Analogamente, Hayes et al. (1996) ao fornecerem a vacas leiteiras em regime de pastejo monensina em cápsula de liberação lenta, também não verificaram alterações nesta variável.

Além da mudança nos produtos finais da fermentação ruminal, parte da melhora no desempenho de bovinos confinados, quando se utilizam ionóforos, tem sido atribuída ao aumento da digestibilidade das dietas oferecidas aos animais (Wedegaertner & Johnson, 1983; Medel et al., 1991), sendo este efeito geralmente associado com a diminuição do consumo, que promove um maior tempo de retenção dos alimentos no trato digestivo. No entanto, outros fatores indiretos, como o aumento do nível de

insulina causado pela monensina via elevação de propionato hepático e, conseqüentemente, da glicose sanguínea, observados por Cinar & Sulu (1995) e Hegazy (1997) também devem ser considerados, já que os hormônios insulina e glucagon, segundo Teixeira (1996), estão também vinculados com a liberação dos principais hormônios digestivos, como a gastrina, secretina, colicistoquina e GIP (peptídio gastrointestinal). Estes hormônios estimulam o abomaso, pâncreas, fígado (vesícula biliar), duodeno (glândulas de brünner) e intestino delgado (criptas de lieberkühn) a fazerem a secreção das enzimas digestivas (Swenson e Reece, 1996). Aumentos significativos da atividade da enzima tripsina em carneiros, com a inclusão de monensina, já foram relatados por Rogers et al. (1991).

Na Tabela 5 estão descritos os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digeríveis totais (NDT); e os teores de NDT e energia digerível (ED) dos tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina/kg de MS, referentes a 2^a e a 3^a semanas do segundo período de avaliação de desempenho das novilhas. Neste período, não foram verificadas diferenças significativas nestes consumos independentes do nível de monensina fornecido. Zinn et al. (1994) e Garcia et al. (2000) ao fornecerem monensina a bovinos confinados e carneiros fistulados da raça Suffolk, respectivamente, também não observaram diferenças no consumo. Todavia, Lee et al. (1990) ao fornecerem monensina (0, 22 ou 33 mg/kg) a cabritos nativos da Coréia verificaram diminuições significativas no consumo de matéria seca. Já Patil & Honmode (1994) ao ofertarem a cordeiros da raça Malpura 0, 11 e 22 mg de monensina/kg, observaram uma diminuição linear do consumo de concentrado com o aumento de monensina, enquanto que o consumo de volumoso aumentou nos animais que receberam monensina.

Tabela 5 - Consumo de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em porcentagem do peso vivo (CMSPV) e em função do peso metabólico (CMSPM); consumos de matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), fibra em detergente neutro (CFDN), nutrientes digeríveis totais (CNDT); e teores de NDT e energia digerível (ED), em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 5 - Dry matter intake, expressed in kg/day (DMI), in percentage of the live weight (DMILW) and in function of the metabolic weight (DMIMW); intakes of organic matter (IOM), crude protein (ICP), ethereal extract (IEE), total carbohydrates (ITC), neutral detergent fiber (INDF), total digestible nutrients (ITDN); and contents of TDN and digestible energy (DE), in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) ¹				Média final Final average
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg	
CMS - kg MS/animal/dia	7,29 a	7,14 a	7,06 a	7,15 a	2,16
DMI - kg DM/animal/day					
CMSPV - kg MS/100kg Peso Vivo	2,42 a	2,44 a	2,34 a	2,39 a	2,40
DMILW - kg DM/100 kg of LW					
CMSPM - g MS/(PV) ^{0,75}	100,35 a	100,52 a	96,94 a	98,92 a	99,18
DMIMW - g DM/(LW) ^{0,75}					
CMO - kg/dia IOM - kg/day	7,01 a	6,24 a	6,46 a	6,88 a	6,65
CPB - kg/dia ICP - kg/day	1,11 a	1,00 a	1,05 a	1,10 a	1,07
CEE - kg/dia IEE - kg/day	0,15 a	0,14 a	0,15 a	0,15 a	0,15
CCHOT - kg/dia ITC - kg/day	5,75 a	5,10 a	5,27 a	5,63 a	5,44
CFDN - kg/dia INDF - kg/day	2,20 a	2,01 a	1,98 a	2,14 a	2,08
CNDT - kg/dia ITDN - kg/day	4,42 a	4,11 a	4,37 a	4,43 a	4,30
% NDT na dieta % TDN in the diet	60,93 a	61,48 a	62,75 a	62,27 a	61,86
ED - kcal/grama MS	2,69 a	2,71 a	2,77 a	2,75 a	2,73
DE - kcal/gramsDM					

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, na linha, pelo teste de Tukey (P>0,05).

¹ Averages followed by same letters don't differ among them, in the line, by Tukey test (P>0.05).

Na Tabela 6 estão descritas as digestibilidades da MS, MO, PB, EE, CHOT e FDN com as respectivas equações de regressão, em função dos tratamentos. Apesar de ser observado numericamente melhora na digestibilidade da MO, PB e FDN e na disponibilidade de minerais, principalmente entre os tratamentos contendo 0 e 28 mg de monensina, os efeitos não foram estatisticamente expressivos. No entanto, diferenças significativas de acordo com o teste F, ao nível de 6, 8 e 9%, foram verificadas nas digestibilidades da MS, EE e CHOT, respectivamente.

Tabela 6 - Digestibilidades da matéria seca (DigMS), matéria orgânica (DigMO), proteína bruta (DigPB), extrato etéreo (DigEE), carboidratos totais (DigCHOT) e fibra em detergente neutro (DigFDN), com as equações de regressão significativas, em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 6 - Digestibilities of the dry matter (DigDM), organic matter (DigOM), crude protein (DigCP), ethereal extract (DigEE), total carbohydrates (DigTC) and neutral detergent fiber (DigNDF), with the significant regression equations, in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) ¹				Média final Final average
	Treatments (Level of monensin) ¹				
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg	
DigMS - % DigDM - %	59,68	62,57	65,78	61,39	62,36
DigMO - % DigOM - %	61,26 a	62,89 a	65,45 a	62,84 a	63,11
DigPB - % DigCP - %	65,78 a	66,88 a	70,92 a	67,50 a	67,77
DigEE - % DigEE - %	72,00	75,52	78,28	68,25	73,51
DigCHOT-% DigTC - %	60,09	63,62	63,95	61,53	62,30
DigFDN - % DigNDF - %	28,22 a	29,42 a	29,50 a	28,17 a	28,83
	Equação de regressão ² Regression equation ²			Pr > F	r ²
DigMS DigDM	$\hat{Y} = 61,505169 + 0,340699 * X - 0,007987 * X^2$			0,0676	14,41
DigEE DigEE	$\hat{Y} = 75,365708 + 0,439838 * X - 0,014181 * X^2$			0,0820	22,45
DigCHOT DigTC	$\hat{Y} = 62,198082 + 0,239660 * X - 0,006115 * X^2$			0,0941	13,28

¹ Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

² Significativa de acordo com o teste F.

¹ Averages followed by same letters don't differ among them, in the line, by Tukey test (P>0.05).

² Significant by F test.

Verifica-se, portanto, que a presença do ionóforo monensina na dieta das novilhas promoveu melhora na digestibilidade, porém com resposta quadrática. Analogamente, Lee et al. (1990) e Su et al. (1993) ao fornecerem a cabritos 0, 22 ou 33, e 0, 15 e 30 mg de monensina/kg, respectivamente, também verificaram melhora na digestibilidade nos animais que receberam com 22 e 15 mg de monensina, respectivamente; no entanto, os níveis de 33 e 30 mg, respectivamente, promoveram uma piora na digestibilidade. Todavia, Salles & Lucci (2000) ao fornecerem 0; 0,4; 0,8; e 1,2 mg de monensina/kg de PV a bezerros holandeses verificaram que a monensina aumentou linearmente o coeficiente de digestibilidade aparente da MS (59,34; 60,47;

62,37 e 66,38%); PB (73,56; 75,07; 75,92 e 78,31%); e FDN (30,64; 31,92; 35,84 e 43,72%) para 0; 0,4; 0,8; e 1,2 mg/ kg de PV, respectivamente. Já Patil & Honmode (1994) ao fornecerem a cordeiros da raça Malpura 0, 11 e 22 mg/kg, observaram que com exceção da MS, que foi maior para os animais que receberam monensina, não houve diferenças na digestibilidade das demais variáveis.

Na Tabela 7, na qual se compararam, por intermédio da análise de contrastes ortogonais, os animais que não receberam monensina versus os demais, observa-se novamente melhora na digestibilidade da matéria seca e de carboidratos totais nos animais que receberam monensina.

Tabela 7 - Comparação das variáveis digestibilidade da matéria seca (DigMS) e carboidratos totais (DigCHOT), por intermédio da análise de contrastes ortogonais, referente aos tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina

Table 7 - Comparison of the variables digestibility of dry matter (DigDM) and digestibility of total carbohydrates (DigTC); through analyses of orthogonal contrasts, regarding the treatments containing 0, 14, 28 and 42 mg of monensin

Contraste - 0 vs 14 28 42 mg <i>Contrast - 0 vs 14 28 42 mg</i>	Grau de liberdade <i>Degree of freedom</i>	Quadrado médio <i>Mean square</i>	Valor F <i>F Value</i>	Pr > F
DigMS - % DigDM - %	1	67,0368	3,38	0,0783*
DigCHOT-% DigTC -%	1	45,5113	3,00	0,0960*

* Significativo de acordo com o teste F. * *Significant by F test.*

Araujo et al. (1991) ao fornecerem a novilhos mestiços Holandês x Brahma dietas com alto e baixo teor de fibra mais monensina também verificaram que a monensina promoveu melhora na digestibilidade da MS, da PB e da fibra, sendo esses resultados mais pronunciados nos animais alimentados com alta fibra. No entanto, Faulkner et al. (1985) relataram que a monensina não tinha efeito sobre a digestibilidade de dietas com alto teor de fibra, ainda que o consumo de alimento fosse diminuído. Já Marounek et al. (1989) ao fornecerem monensina a bezerros não verificaram diferenças na

digestibilidade da MS, MO e PB, mas a digestibilidade dos lipídios foi significativamente aumentada com a adição de monensina. Semelhantemente, Zinn et al. (1994), Garcia et al. (2000) e Vikram et al. (2001) ao fornecerem monensina a bovinos confinados, carneiros fistulados da raça Suffolk e a bezerros (3-12 meses) também não observaram diferenças na digestibilidade da MO, FDA e amido; MS e FDN; e de vários nutrientes, respectivamente.

Na Tabela 8 é descrito a perda de uréia através da urina, com suas respectivas equações de regressão para os tratamentos contendo 0, 14, 28 e 42 mg de monensina. Verifica-se que o fornecimento de monensina promoveu uma redução na excreção de nitrogênio na urina (uréia e N-uréia, em mg/kgPV), porém de forma quadrática.

Tabela 8 - Perda de uréia através da urina com as equações de regressão significativa, em novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Table 8 - Urea loss through the urine with the significant regression equations, in dairy heifers receiving diets with several monensin levels

Item	Tratamentos (Nível de monensina) ¹ <i>Treatments (Level of monensin)¹</i>				Média final <i>Final average</i>
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg	
Uréia - g/dia <i>urea - g/day</i>	227,62 a	230,78 a	222,37 a	193,84 a	218,65
Uréia - mg/kgPV <i>urea - mg/kgLW</i>	679,53	698,21	660,39	576,54	653,67
N-uréia - mg/kgPV <i>N-urea - mg/kgLW</i>	316,66	325,36	307,74	268,67	304,61
	Equação de Regressão ² <i>Regression Equation²</i>			Pr > F	r ²
Uréia - mg/kgPV <i>Urea - mg/kgLW</i>	$\hat{Y} = 683,71600 + 2,726347 * X - 0,115860 * X^2$			0,0550	14,37
N-uréia - mg/kgPV <i>N-urea - mg/kgLW</i>	$\hat{Y} = 316,90386 + 1,405276 * X - 0,060944 * X^2$			0,0623	14,38

¹ Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

² Significativa de acordo com o teste F.

¹ Averages followed by same letters don't differ among them, in the line, by Tukey test (P>0.05).

² Significant by F test.

Plaizier et al. (2000) ao fornecerem monensina em cápsula de liberação lenta a vacas leiteiras verificaram após o parto aumento na digestibilidade aparente do

nitrogênio de 63,7 para 71,5%, que resultou em melhora no balanço de nitrogênio de -77,8 para -44,9 g/dia. Ruiz et al. (2001) ao fornecerem a vacas holandesas 350 mg de monensina/dia/vaca também observaram aumento na digestibilidade aparente do nitrogênio de 5,4%. De modo semelhante, Patil & Honmode (1994) verificaram que a retenção de nitrogênio foi maior para os animais que receberam 22 mg de monensina e seguidos pelos animais que receberam 11 mg de monensina. Todavia, Lee et al. (1990) não observaram maior retenção de nitrogênio ao fornecerem monensina a cabritos.

Conclusões

O fornecimento de monensina sódica a novilhas holandesas não influenciou o consumo e os níveis de glicose sanguínea. Havendo alterações no pH, nos produtos da fermentação ruminal, na digestibilidade e na perda de nitrogênio urinário.

Literatura Citada

- A.F.R.C.-AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. CAB International / UK, p.159, 1993.
- ABE, N.; LEAN, I.J.; RABIEE, A. et al. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrus in lactating cows. **Australian Veterinary Journal**, v.71, n.9, p.277-282, 1994.
- ARAUJO F.O.; FERNANDEZ, M.C.; DEL, C.F.M. Efecto en novillos del monensin y el nivel de fibra de la dieta sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca. **Revista de la Facultad de Agronomia**, Universidad del Zulia, v.8, n.2, p.143-153, 1991
- BADAWY, S.A.; YOUNIS, M.; SHALASH, M.R. et al. Monensin effects on rumen metabolic profile, methane production and protozoal population in buffalo-heifers. **Egyptian Journal of Veterinary Science**, v.30, p. 49-56, 1996.
- BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. Usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. **Proceedings of a Symposium Held**. At the Ontario Veterinary College, Univ Guelph Canadá, june, p.13-21, 1997.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production, efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, p. 1465-1483, 1984.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- CHEN, M.; WOLLIN, M.J. Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. **Applied Environment Microbiology**, v.38, p.72-77, 1979.
- CHEN, G.; RUSSELL, J.B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.2196-2203, 1991.
- CINAR, A; SULU, N. The effects of monensin on growth and development in calves. **Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi**, v.19, n.6, p.381-389, 1995.
- CRAIG, W.M.; HONG, B.J.; BRODERIC, G.A. et al. *In vitro* inoculum enriched with particle-associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.2902-2909, 1984.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; BARTLEY, E.E. Effect of lasalocid or monensin on lactate-producing or using rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, v.52, p.418-426, 1981.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Research Veterinary Science**, v.41, p.251-256, 1986.
- DUFFIELD, T.F.; SANDALS, D.; LESLIE, K.E. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2354-2361, 1998.

- ERFLE, J.D.; BOILA, R.J.; TEATHER, R.M. et al. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. **Journal of Dairy Science**, n.65; p.1457-1464, 1982.
- 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.
- FAULKNER, D.B.; KLOPFENSTEIN, T.J.; TROTTER, T.N. et al. Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape and microbial protein synthesis on high-fiber diets. **Journal of Animal Science**, v.61, p.654-660, 1985.
- GARCIA, C.C.G.; MENDOZA, M.G.D.; GONZALEZ, M.S. et al. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, n.2, p.165-170, 2000.
- GRANZIN, B.C.; DRYDEN, G.McL. The effects of monensin on milk production and levels of metabolites in blood and rumen fluid of Holstein-Friesian cows in early lactation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, n.8, p.933-940, 1999.
- 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.
- HANEY, Jr. M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, p.349, 1967.
- HAYES, D.P.; PFEIFFER, D.U.; WILLIAMSON, N.B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.6, p.1000-1008, 1996.
- HEGAZY, M.A. Influence of monensin on blood metabolite and reproductive performance of suckled buffalo-cows. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.36, n.72, p.313-325, 1997.
- HEGAZY, M.A.; ELIAS, A.N. Influence of dietary monensin and lasalocid on age and weight of Barki ram and ewe lambs at puberty. **Assiut Veterinary Medical Journal**, v.37, n.74, p.1-15, 1997.
- HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. Academic Press - New York, p.533, 1966.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Effect of forage quality and monensin on the ruminal fermentation of fistulated cows fed continuously at a constant intake. **Dairy Forage Research Center**, Research Summaries, March, p.85-87, 1997.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; van AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2190-2196, 1998.
- LEE, S.K.; LEE, B.D.; JUNG, K.K. et al. Effect of feeding monensin on the feed intake, nutrient utilization and ruminal fermentation of Korean native goat. **Korean Journal of Animal Sciences**, v.32, n.2, p.74-82, 1990.

- MAAS, J.A.; WILSON, G.F.; McCUTCHEON, S.N. et al. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4, p.1052-1058, 2001.
- MAROUNEK, M.; SKRIVANOVA, V.; MACHANOVA, L. Effect of monensin on digestibility of nutrients, ruminal volatile fatty acids and blood parameters in young calves. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.42, n.4, p.273-280, 1989.
- 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, Supplement, p.194-203, 2001.
- MEDEL, M.; MERINO, P.; THOMAS, R. et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.18, n.3, p.153-173, 1991.
- MOUSA, H.M. Ruminal and blood characteristics of Nubian goats dosed with the growth promoter monensin. **Acta Veterinária Brno**, v.63, n.1, p.13-17, 1994.
- PATIL, N.V.; HONMODE, J. Growth and nutrient utilisation in lambs as influenced by dietary monensin. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v.11, n.4, p.237-239, 1994.
- PLAIZIER, J.C.B.; GREEN, B.L.; McBRIDE, B.W. et al. Studies on the rumen physiology and metabolic function with pre-and postpartum administration of rumensin crc in the dairy cow. Usefulness of ionophores in lactating dairy cattle. **Proceedings of a Symposium Held**. At the Ontario Veterinary College, June, 1997.
- PLAIZIER, J.C.; MARTIN, A.; DUFFIELD, T. et al. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2918-2925, 2000.
- PRIGGE, E.C.; VARGA, G.A.; VICINI, J.L. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicator. **Journal of Animal Science**, v.53, n.6, p.1629-1633, 1981.
- RENNO, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RICHARDSON, L.F. Rumensin[®]; Ruminal effects. **Proceeding Symposium Rumensin[®] “in the 1990”**, Dallas-Texas. Elanco Animal Health, Indianapolis, IN, 10 October, 1990.
- ROGERS, M.; JOUANY, J.P.; THIVEND, P. et al. Comparative effects of feeding and duodenal infusion of monensin on digestion in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, n.4, p.1125-1133, 1991.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001
- RUSSELL, J.B. Bactéria. “Mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria”. **Symposium Sponsored by: Elanco Animal Health**. Scientific Update “ On rumensin / Tylan/ Micotil for the professional feedlot consultant”, Amarillo-TX, august, p.E1-E19, 1996.

- RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329-1338, 1984.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini review. Effect of ionofores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.
- RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. **The Rumen Microbial Ecosystem**, Second edition, p.267-268, 1997.
- SALLES, M.S.V.; LUCCHI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2. Digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.582-588, 2000.
- SALLES, M.S.V.; ZANETTI, M.A.; CONTI, R.M.C. et al. Efeitos da monensina no desempenho de bezerras leiteiras em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1293-1298, 2001.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1518-1527, 1984.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, UFV:Impr. Universitária, 165p, 1990.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, p.380, 1979.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM-S.A.S. **User's Guide**. Cary, NC: S.A.S. Institute Inc., 1997.
- SU, A.K.; YAN, S.S.; WU, S.C. Effect of monensin concentration in diets on growth performance and propionate concentration in the rumen of crossbred kids. **Journal of Taiwan Livestock Research**, v.26, n.4, p.297-306, 1993.
- SUDA, K.; HIRAMATSU, M.; KOBAYASHI, Y. et al. Effects of ionophores on lactate and endotoxin production in the in vitro incubation of ruminal fluid. **Animal Science and Technology**, v.66, n.10, p.869-874, 1995.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editora Guanabara, p. 856, 1996.
- THAMMACHAROEN, S.; CHANPONGSANG, S.; CHAIYABUTR, N. Effects of monensin administration on mammary function in late lactating crossbred Holstein cattle. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.14, n.12, p.1712-1718, 2001.
- TEIXEIRA, J.C. **Fisiologia Digestiva dos Animais Ruminantes**. UFLA/FAEPE, Lavras-MG, p.260, 1996.
- TUNG, R.S.; KUNG, L.Jr. *In vitro* effects of a thiopeptide and monensin in ruminal fermentation of soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1083-1090, 1993.

- VIKRAM, C.; RAMACHANDRA, B.; NAGABHUSHAN, V. et al. Effect of supplementation of monensin sodium on nutrient utilization in Deoni calves. **Indian Veterinary Journal**, v.78, n.7, p.611-614, 2001.
- ZHOU, G.; CLARK, R.S. Effect of Rumensin and feed intake variation on ruminal pH in beef cattle. **Journal of Jilin Agricultural University**, v.21, n.4, p.1-5, 1999.
- 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.
- WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.57, p.168-177, 1983.
- YALCIN, S.; KUCUKERSAN, K.; KUCUKERSAN, S. The effect of monensin added to the diet of fattening lambs on some blood and rumen fluid metabolites. **Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi**, v.19, n. 4, p.297-302, 1995.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Os objetivos básicos da presente tese foram verificar *in vivo* os efeitos do ionóforo monensina sódica, administrado juntamente com a fração concentrada da dieta, sobre os microrganismos ruminais e, deste modo, observar mudanças no consumo, nos padrões de fermentação ruminal (pH, amônia e ácidos graxos voláteis) e nas possíveis alterações da digestibilidade e dos parâmetros sanguíneos e urinários. Além disso, também se objetivou determinar a influência desse ionóforo sobre a performance de novilhas da raça Holandesa criadas em regime de confinamento, bem como a viabilidade econômica de se fornecer a monensina a essa categoria animal. O ionóforo monensina não exerceu a mesma influência nos diferentes experimentos, ou seja, as alterações que ocorreram nos parâmetros avaliados sucederam-se de forma inconstante. Todavia, de forma geral a monensina favoreceu em nível ruminal aumento do pH e da concentração do ácido propiônico, redução na concentração dos ácidos acético e butírico, da relação acetato:propionato e da concentração de amônia. O consumo de alimentos também foi reduzido, porém, a digestibilidade não foi melhorada de forma relevante. A performance das novilhas também não foi afetada significativamente com a inclusão da monensina na dieta, assim, a análise de custo da dieta não indicou vantagem em se utilizar este ionóforo para essa categoria animal.