

**AVALIAÇÃO DO IONÓFORO MONENSINA
SÓDICA NO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE,
GANHO DE PESO E pH RUMINAL EM
OVINOS**

JOCÉLIO DOS SANTOS ARAÚJO

2005

JOCÉLIO DOS SANTOS ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO IONÓFORO MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO,
DIGESTIBILIDADE, GANHO DE PESO E pH RUMINAL EM OVINOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Pérez

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Araújo, Jocélio dos Santos

Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos / Jocélio dos Santos Araújo. -- Lavras: UFLA, 2005.

126 p. : il.

Orientador: Juan Ramon Olalquiaga Pérez.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cordeiro. 2. Confinamento. 3. Aditivos. 4. Pasto.
5. Suplementação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 636.30855

JOCÉLIO DOS SANTOS ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DO IONÓFORO MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO,
DIGESTIBILIDADE, GANHO DE PESO E pH RUMINAL EM OVINOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 18 de novembro de 2005.

Prof. Dr. Ivo Francisco de Andrade - DZO/UFLA

Prof. Dr. Joel Augusto Muniz - DEX/UFLA

Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho - DZO/UFLA

Prof. Dr. Robson Helen da Silva – EAFB/Barbacena - MG

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Pérez
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*Aos meus pais, José Francisco de Araújo e Maria de Lourdes dos Santos
Araújo, a minha esposa Valdirene Araújo e à filha Paula Christina.*

OFEREÇO

Ao nosso Deus e a toda minha família
DEDICO

*“Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como da ciência de DEUS!
Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis, os seus caminhos!¹...*

*Pois tu tens sustentado o meu direito e a minha causa; tu te assentaste no
tribunal, julgando justamente²... Para que saibam que nisto está a tua mão, e
que tu SENHOR o fizeste³... e diante da honra vai a humildade⁴ ”*

¹Romanos 11:33;

²Salmos 9:4;

³Salmos 109:27 e

⁴Provérbios 15:33 b.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso Deus, pela fé e ajuda em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), principalmente ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade e apoio para a realização do curso.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante os primeiros dois anos do curso.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) pela oportunidade de ter realizado alguns ensaios experimentais, parte integrante dessa tese.

A todos os professores do DZO que contribuíram para minha formação, ao colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, principalmente aos professores Paulo Borges Rodrigues, Paulo Paiva e Juan Ramón Olalquiaga Pérez, bem como aos membros da banca examinadora pelas sugestões apresentadas para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos amigos Flávio Salvador, Oiti de Paula, Gilberto, Afrânio, Ednéia, Patrícia, Edgar Saenz, Thais, Ricardo Cavalcante, José Roberto, Israel e Germano e a todos do Grupo de Apoio à Ovinocultura (GAO) e tantos outros que fiz durante o curso.

Aos professores e companheiros de trabalho da UNIOESTE e irmãos da Assembléia de Deus em Marechal Cândido Rondon – PR.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse sonho.

BIOGRAFIA

JOCÉLIO DOS SANTOS ARAÚJO, filho de José Francisco de Araújo e Maria de Lourdes dos Santos Araújo, nasceu na cidade de Mari, no estado da Paraíba.

No ano de 1992, concluiu o curso técnico em agropecuária no Colégio Agrícola Vidal de Negreiros do Centro de Formação de Tecnólogos (CAVN/CFT/UFPB), Bananeiras – PB.

Em 31 de outubro de 1998, conclui o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia – PB.

Em 16 de março de 2000, conclui o curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), Pelotas – RS, recebendo o título de Mestre em Ciências.

Em 24 de junho de 2003 ingressou nos quadros de professores efetivos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, na cidade de Marechal Cândido Rondon – PR.

Em 18 de novembro de 2005, conclui o curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras – MG, recebendo o título de Doutor em Zootecnia.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO GERAL	vii
GENERAL ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	1
CAPÍTULO I - IONÓFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Definição de ionóforos.....	3
2.2 Modo de atuação dos ionóforos no metabolismo ruminal	6
2.3 Efeitos do consumo de ionóforos nos diferentes nutrientes: energia, proteína e fibra	12
2.3.1 Energia.....	12
2.3.2 Proteína.....	14
2.3.3 Fibras	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES EM OVINOS	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27

2.1 Local, instalações e período experimental	27
2.2 Animais e alimentação.....	27
2.3 Tratamentos	29
2.4 Fase pré-experimental e de coleta.....	29
2.5 Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina	29
2.6 Análises químicas	30
2.7 Delineamento experimental	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.1 Consumo de ração, ingestão e digestibilidade da matéria seca.....	32
3.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta	37
3.3 Consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....	41
4 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS EM CONFINAMENTO	55
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
1 INTRODUÇÃO.....	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 Local de realização do experimento	60
2.2 Animais, alimentação e manejo	60
2.3 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística	62
2.4 Análise econômica.....	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.1 Ganho em peso médio diário	64
3.2 Consumo de ração e de matéria seca	66
3.3 Conversão alimentar	67
3.4 Eficiência alimentar	70
4 CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

CAPÍTULO IV - DESEMPENHO DE CORDEIROS SUPLEMENTADOS A PASTO COM MONENSINA SÓDICA	80
RESUMO	81
ABSTRACT	82
1 INTRODUÇÃO	83
2 MATERIAL E MÉTODOS	85
2.1 Local de realização do experimento	85
2.2 Animais, manejo e instalações experimentais.....	85
2.3 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
4 CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
CAPÍTULO V - EFEITOS DA MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO E PH RUMINAL EM OVINOS.....	103
RESUMO	104
ABSTRACT	105
1 INTRODUÇÃO.....	106
2 MATERIAL E MÉTODOS	109
2.1 Local do experimento	109
2.2 Animais experimentais e instalações	109
2.3 Manejo e alimentação	109
2.4 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística	111
2.5 Período experimental e variáveis analisadas.....	112
2.6 Coleta de fluido ruminal para determinação do pH.....	112
2.7 Métodos analíticos	113
2.7.1 Metodologia de determinação do pH.....	113
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4 CONCLUSÕES	120

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS

BRD	Biomassa residual diária
CA	Conversão alimentar
CDFDA	Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido
CDFDN	Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
CDMS	Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
CDPB	Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta
CFDA	Consumo de fibra em detergente ácido
CFDAPM	Consumo de fibra em detergente ácido por peso metabólico
CFDAPV	Consumo de fibra em detergente ácido em porcentagem do peso vivo
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CFDNPM	Consumo de fibra em detergente neutro por peso metabólico
CFDNPV	Consumo de fibra em detergente neutro em porcentagem do peso vivo
CMR	Consumo médio de ração
CMS	Consumo de matéria seca
CMSPM	Consumo de matéria seca por peso metabólico
CMSPV	Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo
CPB	Consumo de proteína bruta
CPBPM	Consumo de proteína bruta por peso metabólico
CPBPV	Consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo
CRC	Consumo médio de ração concentrado
EA	Eficiência alimentar
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente ácido
GPM	Ganho em peso médio diário
M	Monensina sódica

MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
OF	Oferta de forragem
PB	Proteína bruta
PF	Peso final
PI	Peso inicial
PV	Peso vivo
PV ^{0,75}	Peso metabólico
TAD	Taxa de acúmulo diário
TL	Taxa de lotação
UA	Unidade animal

LISTA DE TABELAS

	Pág.
CAPÍTULO II	
TABELA 2.1. Composição percentual e química da dieta (%MS).	28
TABELA 2.2. Consumo de ração (CR), de matéria seca (CMS) e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) em função dos níveis de monensina sódica.	32
TABELA 2.3. Consumo de proteína bruta, (CPB) e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função dos teores de monensina.	37
TABELA 2.4. Consumos médios de fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA), e coeficientes de digestibilidade aparente (CDFDN e CDFDA).	42
CAPITULO III	
TABELA 3.1. Composição percentual e química da dieta padrão (% MS). ...	61
TABELA 3.2. Médias para peso inicial (PI), peso final (PF), ganho em peso médio diário (GPM), consumo médio de ração (CMR) e de matéria seca (CMS) dos cordeiros em função dos teores de monensina na dieta.	64
TABELA 3.3. Análise de orçamento parcial.	73
CAPÍTULO IV	
TABELA 4.1. Composição percentual do concentrado (% na matéria natural).	87
TABELA 4.2. Composição química do concentrado (% da MS).	87
TABELA 4.3. Taxa de lotação (TL), oferta de forragem (OF) e teor de proteína bruta (PB) da forragem durante o experimento.	91

TABELA 4.4. Médias para peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPD), consumo médio de ração concentrado (CRC), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), de cordeiros suplementados com a monensina sódica em pastagem de Tifton 85. 92

TABELA 4.5. Análise de orçamento parcial. 97

CAPÍTULO V

TABELA 5.1. Composição percentual e química da dieta (base da matéria seca). 110

TABELA 5.2. Efeitos dos teores de monensina sódica sobre o pH ruminal. .. 114

TABELA 5.3. Valores médios do consumo médio de ração (CMR) e ingestão de matéria seca (CMS) em função dos níveis de monensina. 118

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I		Pág.
FIGURA 1.1. Estrutura química de alguns tipos de ionóforos (Blazsek, 2003).		5
FIGURA 1.2. Efeito da monensina (M) no fluxo de K, Na e prótons (proposto por Russell, 1987).		9
FIGURA 1.3. Estrutura das bactérias Gram-negativa e Gram-positiva (Raisman & Gonzalez, 2000).		10
FIGURA 1.4. Efeito do ionóforo no aproveitamento de energia.		12
CAPÍTULO II		
FIGURA 2.1. Consumo médio de ração (CMR) em função dos teores de monensina na dieta.		33
FIGURA 2.2. Consumo de matéria seca (CMS) em função dos teores de monensina.		33
FIGURA 2.3. Consumo de proteína bruta (CPB) em função dos teores de monensina.		38
FIGURA 2.4. Consumo de proteína bruta em percentagem do peso vivo (CPBPV) em função dos níveis de monensina.		38
FIGURA 2.5. Consumo de proteína bruta por quilograma de peso metabólico (CPBPM).		39
FIGURA 2.6. Consumos de fibra em detergente neutro (CFDN) e ácido (CFDA) em função dos teores de monensina na dieta.		43

FIGURA 2.7. Consumo de fibra em detergente neutro em percentagem do peso vivo (CFDNPV) e ácido (CFDAPV) em função dos teores de monensina na dieta. **43**

FIGURA 2.8. Consumo de fibra em detergente neutro por peso metabólico (CFDNPM) e ácido (CFDAPM) em função dos teores de monensina sódica na dieta. **44**

CAPÍTULO III

FIGURA 3.1. Conversão alimentar em função dos teores de monensina na dieta. **68**

FIGURA 3.2. Eficiência alimentar em função de níveis de monensina na dieta. **70**

CAPÍTULO V

FIGURA 5.1. Efeitos da monensina sobre a variação diurna do pH no fluido ruminal. **115**

RESUMO GERAL

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos**. 2005. 126 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

Um dos métodos para reduzir custos na alimentação é o uso de aditivos alimentares. Seus efeitos preliminares incluem melhora na eficiência alimentar e/ou ganho de peso. Alguns aditivos têm os benefícios secundários, que incluem reduzir a incidência de acidose, coccidiose e timpanismo. Ionóforos, incluindo a monensina sódica, são um tipo de antibiótico que inibe o crescimento de microorganismos específicos do rúmen. Esta inibição seletiva altera a fermentação do rúmen, melhorando a eficiência do metabolismo energético, mudando os tipos de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen, diminuindo a energia perdida durante a fermentação dos alimentos e aumentando o desempenho dos ruminantes. Sendo assim, foram realizados quatro experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de teores de ionóforos (0; 25; 50 e 75 mg de monensina/animal/dia) no consumo de alimentos, digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso de cordeiros suplementados a pasto e em confinamento e pH do líquido ruminal. No primeiro experimento foram utilizadas 16 ovelhas num delineamento inteiramente ao acaso para determinar o consumo e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes. Houve efeito significativo para consumo de alimentos, de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido; não apresentaram efeitos significativos os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. A monensina sódica diminuiu o consumo voluntário de alimentos sem alterar a digestibilidade dos nutrientes, sendo os menores consumos obtidos nos teores de 50 e 75 mg de monensina/animal/dia. No segundo experimento utilizaram-se 16 ovinos num delineamento inteiramente ao acaso para avaliar o uso de monensina sódica no desempenho de cordeiros confinados e a viabilidade econômica. As variáveis consumo de ração, de matéria seca e ganho de peso médio não mostraram efeito significativo. Efeito significativo devido os tratamentos foram verificados na conversão alimentar e eficiência alimentar. Os cordeiros tratados com 50 mg de monensina/animal/dia apresentaram melhor desempenho produtivo. No terceiro ensaio experimental objetivou-se avaliar a adição do ionóforo monensina sódica

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (orientador); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

no consumo e ganho de peso de cordeiros suplementados a pasto, utilizando-se 16 ovinos em delineamento inteiramente ao acaso. O ganho de peso médio e o consumo do suplemento concentrado não foram influenciados pelos tratamentos. A monensina sódica não alterou o desempenho produtivo dos cordeiros criados a pasto. Na quarta pesquisa foram utilizadas quatro ovelhas canuladas no rúmen, num delineamento em Quadrado Latino 4 x 4, para avaliar o consumo de alimentos e o pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com dietas contendo monensina. Não houve efeito significativo no consumo de ração, de matéria seca e no pH ruminal, porém os valores do pH do fluido ruminal permaneceram elevados, sendo considerados normais, o que implica num meio favorável para o crescimento dos microrganismos ruminais.

GENERAL ABSTRACT

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. **Evaluation of the ionophore sodium monensin in intake, digestibility, weight gain and ruminal pH in sheep**. 2005. 126 p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

One of the methods to reduce costs in feeding is the use of feeding additives. Their preliminary effects include improvement in feeding efficiency and/or weight gain. Some additives have the secondary benefits which include to reduce the incidence of acidosis, coccidiosis and tympanism. Ionophores including sodium monensin is a sort of antibiotics that inhibits the growth of rumen-specific microorganisms. This selective alters rumen fermentation, improving the efficiency of energetic metabolism, shifting the kinds of volatile fatty acids produced in the rumen and decreasing the energy lost during feed fermentation, enhancing the ruminant animals' performance. In such case, four experiments were accomplished with the purposes of evaluating the effects of the contents of ionophores (0; 25; 50 and 75 mg de monensin/animal/day) on feed consumption, apparent digestibility of nutrients, weight gain of lambs supplemented from pasture and in feedlot and the pH of the ruminal liquid. In the first experiment, 16 ewes were utilized in a completely randomized design to determine both intake and digestibility coefficient of nutrients. There was a significant effect for intake of feeds, dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber, the digestibility coefficients of nutrients presented no significant effects. Sodium monensin decreased the voluntary intake of feeds without shifting nutrients digestibility, the lowest intakes being obtained in the contents of 50 to 75 mg of monensin/animal/day. In the second experiment, 16 sheep were utilized in a completely randomized design to evaluate the use of sodium monensin on the performance of confined lambs and the economic viability. The variables intake of diet, dry matter, average weight gain showed no significant effect. Significant effect due to the treatments were found in feed conversion and feed efficiency. The lambs fed 50 mg of monensin/animal/day presented best productive performance. In the third experimental trial, it was aimed to evaluate the addition of the ionophore sodium monensin on intake and weight gain of lambs supplemented from pasture, by utilizing 16 sheep in a completely randomized design. The average weight gain and intake of the

¹ **Guidance committee:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (Adviser); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

concentrate supplement were not influenced by the treatments. Sodium monensin did not alter the pasture-raised lambs' performance. In the fourth research, four rumen-cannulated ewes were utilized in a Latin square design 4 x 4 to evaluate feed intake and pH of the ruminal liquid of sheep fed diets containing monensin. No significant effect on the intake of diet, dry matter and on ruminal pH but pH values in the ruminal fluid remained elevated, their being regarded as normal, which implicates into a favorable medium for the growth of ruminal microorganisms.

CAPÍTULO I

IONÓFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

1 INTRODUÇÃO GERAL

A criação de ovinos no Brasil representa, no contexto da produção primária, uma atividade de importância econômica e social. O rebanho nacional, no ano 2000, contava com cerca de 14,7 milhões de cabeças, atingindo, no final de 2004, a quantidade de 15,1 milhões, com estimativa de ultrapassar 16,0 milhões de cabeças no ano de 2005, representando um acréscimo de quase 8,5% no efetivo nacional nos últimos anos e concentrando-se, sobretudo, nas regiões nordeste e sul do país (ANUALPEC, 2005).

Com o aumento do efetivo ovino, cresce também a demanda por energia, proteína, fibras, minerais e vitaminas. Sendo assim, o atendimento das exigências nutricionais de rebanhos especializados vem se tornando um desafio cada vez maior aos nutricionistas, traduzido na prática por incremento de produção progressivamente menor.

A alimentação representa mais de 50% dos custos de produção em sistema de confinamento total, o que tem direcionado as pesquisas no sentido de aumentar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais, melhorando, assim, o desempenho produtivo destes (Campos & Saturnino, 2002).

Além das manipulações das dietas, das concentrações dos nutrientes, vários aditivos vêm sendo desenvolvidos, entre eles os ionóforos (monensina, lasalocida, salinomicina, etc.), os quais, em sua maioria, são produtos da fermentação de vários actomicetos.

A formação da proteína pelos animais de produção e a sua utilização na alimentação do homem não é um processo simples e várias metodologias têm sido exploradas e desenvolvidas para tal, incluindo o melhoramento genético, a melhoria do manejo alimentar, das instalações, medidas profiláticas das doenças,

entre outras. Com isso, a produtividade é claramente o principal objetivo que governa a produção animal (Afonso et al., 2000).

Segundo os autores supracitados, ao longo dos tempos os pesquisadores têm procurado manipular e melhorar a eficiência da fermentação ruminal; na prática isto significa aumentar a produção de propionato, deprimir a metanogênese e diminuir a proteólise e a deaminação das proteínas do alimento no rúmen. Estas mudanças têm por finalidade acentuar a melhoria da eficiência produtiva dos ruminantes.

Os estudos realizados com monensina têm registrado modificações na ingestão alimentar, na digestibilidade, na produção de gases, na produção de ácidos graxos, na utilização da proteína e no enchimento e na taxa de passagem pelo rúmen (Salles & Lucci, 2000). No entanto, a administração dos ionóforos precisa ser extremamente criteriosa, já que os efeitos da suplementação por longos períodos sobre a sanidade e a produção animal não são totalmente conhecidos, incluindo a possível seleção de microrganismos resistentes no rúmen e intestino dos animais tratados.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da adição de diferentes teores de ionóforos na digestibilidade, no desempenho produtivo e nos parâmetros de pH ruminal em ovinos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição de ionóforos

Os antibióticos ionofóricos, segundo definição química, são antibióticos carboxílicos poliéteres ionóforos, ou simplesmente ionóforos com propriedades antibióticas, de baixo peso molecular, produtos finais da fermentação de várias espécies de actinomicetos – *Streptomyces spp.* utilizados como microingredientes coccidicidas em rações de frangos de corte. Sua ação é devida à captação de íons divalentes, alterando a permeabilidade da membrana celular matando o organismo (Westley, 1982).

Segundo McGuffey et al. (2001), a utilização de ionóforos é permitida em países como Canadá, Austrália, Nova Zelândia e México. A monensina, lasalocida, salinomicina, narasina e maduramicina são utilizadas em alguns da Europa (Butaye et al., 2003). No Brasil os ionóforos mais utilizados na nutrição de ovinos são monensina sódica, lasalocida e salinomicina, comercializados com os nomes de rumensin, taurotec e coxistac, respectivamente.

Ionóforos são formados por moléculas com uma espinha dorsal composta de várias estruturas, contendo estrategicamente átomos de oxigênio espaçados. A espinha dorsal é capaz de assumir uma conformação que concentra esses átomos de oxigênio, formando uma cavidade que permite que ocorram ligações internas dos átomos de oxigênio com cátions como o sódio (Na) e o potássio (K) (Pressman, 1976).

Ionóforos são tóxicos a muitos microrganismos como as bactérias, sendo, portanto, definidos como antibióticos. Outros microrganismos como protozoários e fungos também são afetados, embora os resultados de pesquisas sejam mais contraditórios.

Os ionóforos são ácidos orgânicos com uma pKa variando entre 6,4 a 6,6, pouco solúveis em soluções aquosas, cujo exterior da molécula é hidrófoba, entretanto são solúveis em solventes orgânicos e são altamente lipofílicos, com peso molecular variando de 500 a 2000 Dalton (Corah, 1991).

A monensina sódica, por exemplo, tem a fórmula $C_{34}H_{61}O_2Na$, com peso molecular de 692 Dalton; e a lasalocida tem uma fórmula $C_{34}H_{53}O_2Na$, com um peso molecular de 612,8 Dalton; ambas são as mais utilizadas para ruminantes. Há também a narasina, $C_{47}H_{83}O_{17}N$; a senduramicina: $C_{45}H_{75}O_{16}Na$, e a salinomicina, $C_{42}H_{69}O_{11}Na$, entre outras. Estas têm uma estrutura convencional de poliéteres, mas a sua composição química varia, comprometendo numa extensão branda suas atividades biológicas (Corah, 1991).

Segue a estrutura de alguns grupos de ionóforos (Figura 1.1).

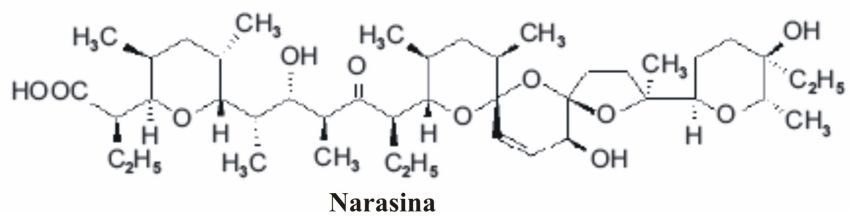
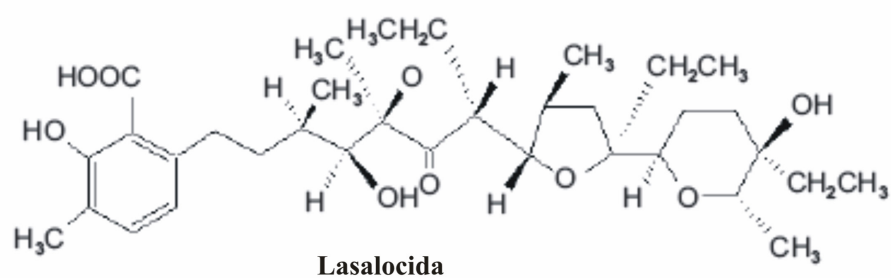
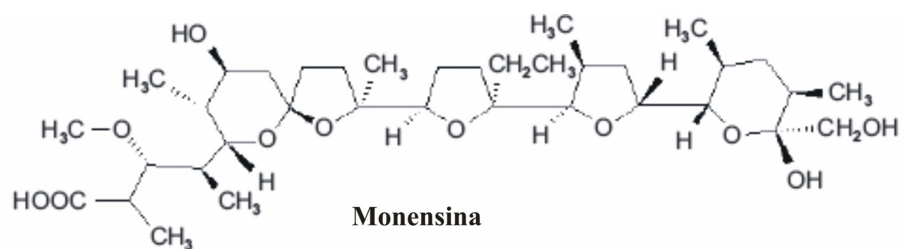


FIGURA 1.1. Estrutura química de alguns tipos de ionóforos (Blazsek, 2003).

2.2 Modo de atuação dos ionóforos no metabolismo ruminal

Os efeitos metabólicos dos ionóforos no ambiente ruminal são, segundo Bergen & Bates (1984) e Machado & Madeira (1990):

- Modificação da relação acetato:propionato, com aumento do propionato;
- Aumento da produção de propionato a partir de lactato via acrilato;
- Redução da destruição ruminal e deaminação de proteínas, com menor produção de nitrogênio amoniacal no rúmen;
- Microrganismos gram-positivos, produtores primários de H^+ e formato são inibidos;
- Decréscimo na produção de metano (CH_4) primariamente devido à menor disponibilidade de H_2 e formato e à reduzida transferência de H_2 entre os microrganismos;
- Depressão da produção de ácido láctico sob condições que induzem a acidose;
- Microrganismos gram-negativos, que na sua maioria são produtores de succinato (fonte de propionato) ou possuem capacidade redutora, sobrevivem;
- Leve inibição de protozoários;
- Redução da viscosidade do fluido ruminal em animais com timpanismo;
- Depressão da eficiência de crescimento e da produção dos microrganismos ruminais.

A ação dos ionóforos como a monensina se dá no rúmen do animal, onde, através de sua ação seletiva, eliminam partes das bactérias consideradas

indesejáveis no processo de digestão, como as produtoras de CH_4 , que podem ser responsáveis por perdas de até 10% da energia bruta ingerida pelo animal (Bergen & Bates, 1984; Russell, 1987).

O mecanismo de ação dos ionóforos sobre as bactérias ruminais está relacionado com fatores de resistência presentes na estrutura da parede celular, a qual é responsável por regular o balanço químico entre os meios interno e externo da célula, sendo este equilíbrio mantido por um mecanismo chamado de bomba iônica (Russell, 1987).

No rúmen, sódio (Na) e potássio (K) constituem os cátions extracelulares pré-valentes, sendo a concentração do Na quatro vezes maior que a do K. Entretanto, o K está em maior concentração no líquido intracelular dos microorganismos. Como resultado tem-se uma grande diferença de concentração entre esses cátions, o que, além de manter a pressão osmótica, gera um potencial elétrico (Bergen & Bates, 1984; Schelling, 1984; Russell, 1987).

A monensina, por exemplo, possui uma alta seletividade pelo Na^+ , mas pode também translocar K^+ e H^+ . O ciclo inicia-se com a forma aniônica da monensina, que se estabiliza na face polar da membrana celular e, por ser um ânion, é capaz de carrear consigo um cátion. Após a combinação com H^+ , o complexo se torna lipossolúvel, penetrando na membrana celular e atingindo o interior da célula, onde as forças eletrostáticas que mantinham o complexo já são suficientes para a manutenção da ligação; o complexo se desfaz, fazendo com que o ionóforo tome novamente a forma aniônica (Bergen & Bates, 1984; Russell, 1987).

Esse mesmo processo volta a acontecer de dentro para fora da célula, porém com o K^+ sendo carreado. Numa segunda reação, o Na^+ é movido para dentro da célula e o H^+ , para fora. A primeira reação usualmente acontece com velocidade maior do que a segunda, ocasionando um acúmulo de H^+ no líquido

intracelular. A célula responde a essa acidose pela troca H^+/Na^+ . Nessa tentativa de manutenção do equilíbrio, a célula perde grande quantidade de energia (ATPase) por manter ativas as bombas de sódio de Na^+/K^+ e a de prótons “ H^+/Na^+ ”. Com essa mudança no metabolismo, os microorganismos têm capacidade de crescimento e reprodução reduzida (Bergen & Bates, 1984; Schelling, 1984).

O efeito mais pronunciado que a monensina possui sobre esses microrganismos é a entrada de H^+ , porém essas bactérias possuem a vantagem de retirar esse próton por um sistema de transporte de elétrons ou síntese de ATP. Esse processo aumenta o requisito de energia de manutenção desses microrganismos sem, contudo, comprometer a sobrevivência. Isso porque as bactérias Gram-negativas possuem o mecanismo de fosforização oxidativa, e passam a dispor de maior aporte de nutrientes por diminuição da competição com as Gram-positivas (Bergen & Bates, 1984). Além dessa vantagem, as bactérias Gram-negativas produzem maior quantidade de energia por grama de substrato fermentado.

Vários trabalhos têm demonstrado que o principal mecanismo de ação dos ionóforos para melhorar a eficiência alimentar nos ruminantes está relacionado a mudanças na população microbiana do rúmen, selecionando as bactérias Gram-negativas, produtoras de ácido propiônico, como mais resistentes, e inibindo as Gram-positivas, maiores produtoras de ácido acético, butírico e láctico, H_2 e CH_4 (McCaughey et al., 1997).

Tal mecanismo foi proposto por Russell (1987), segundo o qual, sob a ação da monensina, o *Streptococcus bovis*, bactéria Gram-positiva produtora de ácido láctico, sensível à droga, teve o seu crescimento inibido. Tal fato é atribuído à característica morfológica de sua parede celular, que não possui uma membrana externa e, com isto, permite este tipo de troca iônica provocada pelos

ionóforos, que aumentam o fluxo de cátions através de sua membrana e alteram todo o equilíbrio energético celular (Figura 1.2).

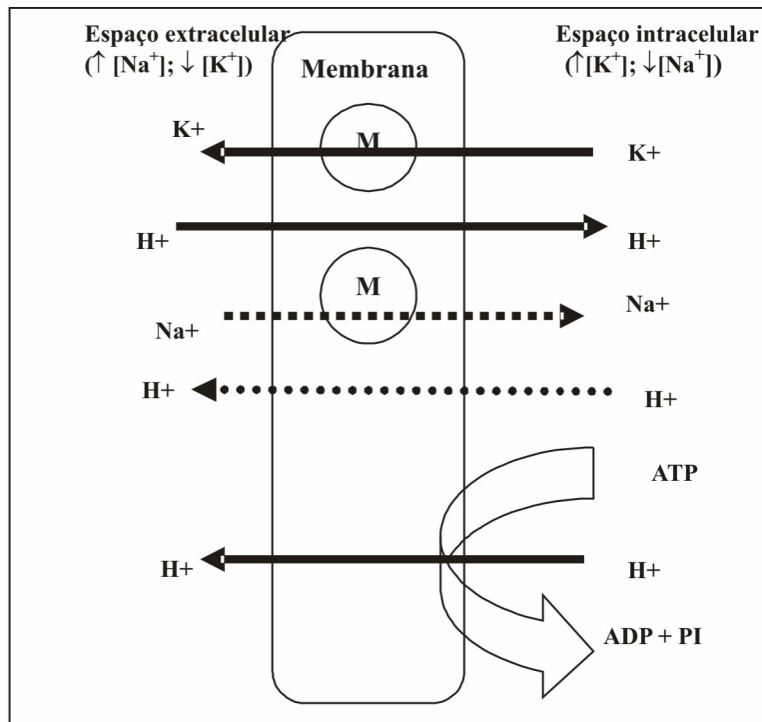


FIGURA 1.2. Efeito da monensina (M) no fluxo de K, Na e prótons (proposto por Russell, 1987).

Segundo Russell (1987), a seletividade do ionóforos depende da permeabilidade do invólucro celular. Bactérias Gram-positivas e aquelas com estrutura de parede celular semelhante à de Gram-positivas (cujo invólucro celular é composto apenas de parede celular) são mais inibidas que as Gram-negativas típicas (cujo invólucro celular é formado por parede celular e membrana externa) por monensina e outros ionóforos parecidos (Figura 1.3).

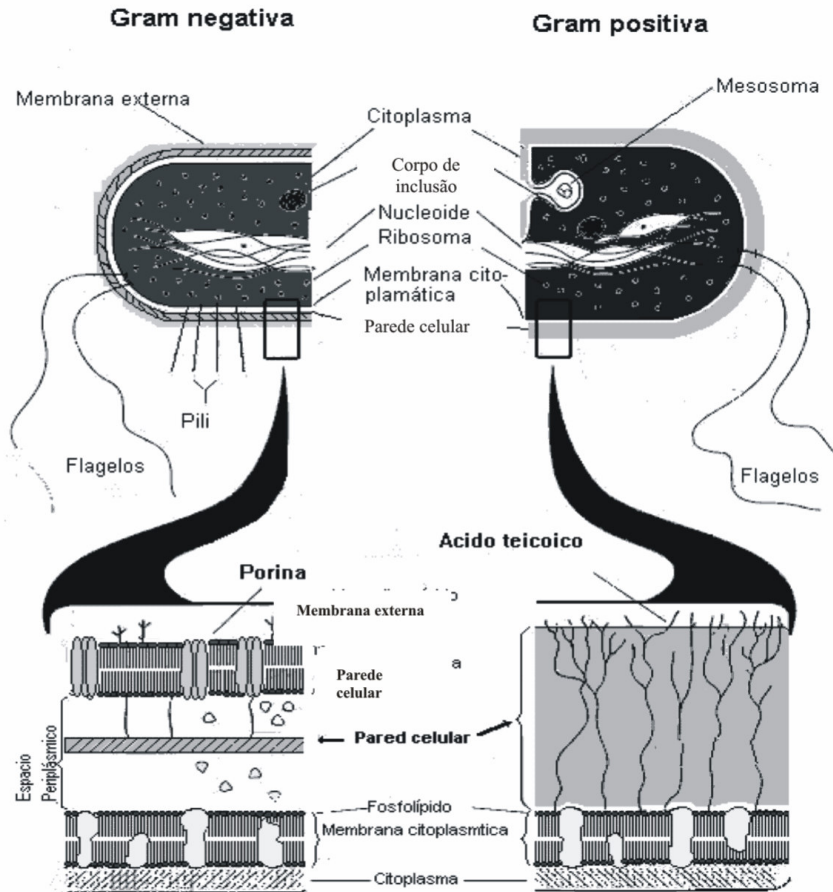


FIGURA 1.3. Estrutura das bactérias Gram-negativa e Gram-positiva (Raisman & Gonzalez, 2000).

Protozoários e fungos não possuem a membrana protetora externa, sendo também sensíveis à monensina quando avaliados em experimentos *in vitro*; todavia, em experimentos *in vivo* nem sempre isto ocorre. Dennis et al. (1986). Wakita et al. (1987), citados por McGuffey et al. (2001), observaram que a salinomicina reduz o número de protozoários de bovinos consumindo dietas à

base de forragem, porém este efeito desaparece após seis meses de fornecimento destes ionóforos. Fungos também parecem ser sensíveis aos ionóforos; entretanto, como os fungos crescem lentamente, eles contribuem muito pouco na digestão de dietas com altas taxas de passagem como as normalmente ofertadas a vacas leiteiras, não sendo verificado, portanto, efeito significativo dos ionóforos sobre fungos na fermentação (McGuffey et al., 2001).

Mesmo acreditando na hipótese de que a resistência das bactérias Gram-negativa aos ionóforos é devida principalmente à presença da membrana externa, algumas observações devem ser feitas: a) Como os ionóforos atuam aumentando o fluxo de íons em nível celular, é possível que parte da resistência das bactérias aos ionóforos também seja devida ao aumento da capacidade de bombear íons; b) Algumas espécies Gram-negativas não são resistentes a altas concentrações de ionóforos; c) Os ionóforos podem aumentar o fluxo de íons em algumas bactérias Gram-negativas; d) Espécies Gram-negativas que são originalmente resistentes aos ionóforos podem se tornar sensíveis com o passar do tempo; e) Certas bactérias Gram-positivas podem desenvolver resistência aos ionóforos com o passar do tempo; e f) Certos protozoários ciliados e alguns tipos de fungos são resistentes ao ionóforos (Russell & Strobel, 1989).

Um outro fato importante é que os produtos finais da fermentação dos alimentos pelas bactérias Gram-negativas são o propionato e o succinato; e o das bactérias Gram-positivas são acetato, butirato, hidrogênio, amônia e ácido láctico (Russell & Wallace, 1997). Deste modo, a monensina inibe indiretamente a formação de acetato, butirato, metano, amônia e lactato produzidos pelas bactérias sensíveis, mas não a formação de ácido propiônico e a utilização de lactato pelas bactérias resistentes (Russell & Strobel, 1989).

2.3 Efeitos do consumo de ionóforos nos diferentes nutrientes: energia, proteína e fibra

2.3.1 Energia

O aumento no desempenho dos animais é atribuído principalmente à melhora da eficiência energética, devido ao aumento da produção do ácido propiônico, à redução da relação acetato/propionato e à diminuição da produção de CH_4 , além da diminuição da produção de ácido láctico e da redução nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen, conforme esquema simplificado na Figura 1.4 (Russell & Strobel, 1989).

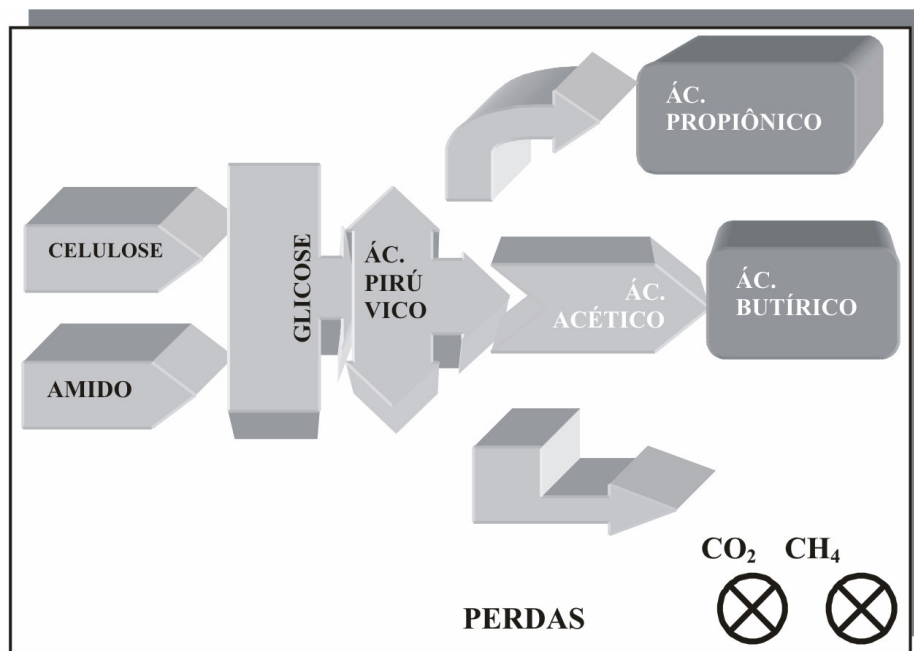


FIGURA 1.4. Efeito do ionóforo no aproveitamento de energia.

Os ácidos graxos voláteis (AGV's) representam a principal fonte energética dos ruminantes, mas o dióxido de carbono e o metano representam uma perda energética. Durante a formação dos ácidos acético e butírico ocorre a produção de dióxido de carbono e metano, sendo que durante a formação do ácido propiônico isto não ocorre. Assim, com o aumento da quantidade de grãos na dieta há um aumento na produção de ácido propiônico no rúmen e menor será a energia perdida com a formação destes gases, Martin, (1998).

Segundo Schelling (1984), o propionato é a fonte energética mais flexível, sendo utilizado mais eficientemente pelos tecidos do corpo do que o acetato e o butirato, além de ser o único ácido graxo volátil utilizado para síntese de glicose no fígado, podendo ser oxidado diretamente no Ciclo de Krebs, garantindo a síntese de lactose e a produção de leite.

Devido à seleção das bactérias Gram-negativas, ocorre maior produção ruminal de propionato, pois essas bactérias possuem a enzima fumarato redutase necessária para a conversão de fumarato em succinato, este sendo metabolizado a propionato (Bergen & Bates, 1984). Concomitantemente, ocorre diminuição das proporções dos ácidos acético e butírico, sem alterar a produção total de AGV's no rúmen. Além disso, as bactérias utilizadoras de ácido láctico, que não são inibidas, produzem propionato a partir do lactato, contribuindo também para a maior concentração de propionato. Este é utilizado com mais eficiência pelo animal do que o ácido acético, ocasionando menor incremento calórico (Bergen & Bates, 1984; Goodrich et al., 1984). Rowe (1981), citado por Machado & Madeira (1990), observou um aumento de 20% da energia metabolizável para animais que recebiam monensina.

A alimentação com ionóforos diminui a metanogênese, embora essas drogas não sejam tóxicas aos microorganismos metanogênicos (Russell & Strobel, 1989). Essa diminuição é explicada pela maior produção de propionato,

que ocasiona menor disponibilidade de H^+ no rúmen, diminuindo, conseqüentemente, a produção e a erucção de metano Berger & Bates (1984).

Até 12% da energia bruta dos alimentos podem ser perdidos como metano eructado (McGuffey et al., 2001). Ionóforos, no entanto, podem reduzir esta perda em até 30%, além de aumentarem a porcentagem molar de ácido propiônico produzido durante a fermentação. Desta maneira, há um aumento da energia metabolizável oriunda dos alimentos, que estará disponível para o ruminante (Berger & Bates, 1984). Experimentos *in vitro* com cultura de bactérias ruminais indicam que a monensina tem pouco efeito sobre a metanogênese; porém, como ela inibe as bactérias produtoras de hidrogênio e formato, que são precursores para a formação do metano, há uma diminuição da concentração de metano ruminal.

A defaunação por ionóforos pode também ser parcialmente responsável por este efeito, pois os protozoários produzem hidrogênio, que é utilizado pelas bactérias metanogênicas. Semelhantemente, os fungos, que também produzem hidrogênio, são sensíveis à monensina *in vitro* (McGuffey et al., 2001).

Segundo Lucci (1997), as bactérias metanogênicas não são atingidas diretamente, mas os resultados dos desvios do hidrogênio metabólico para a produção de propionato por outras bactérias fazem com que seja diminuída a produção de metano.

2.3.2 Proteína

O uso de ionóforos na ração diminui o crescimento de bactérias proteolíticas (Hino & Russell, 1987) e inibe a deaminação e a proteólise (Russell & Martin, 1984), embora a deaminação seja mais afetada que a proteólise. O decréscimo da concentração de amônia ruminal vai depender da taxa de

proteína/carboidrato degradável no rúmen, uma vez que, em baixas taxas, a produção de amônia ruminal e a ação da monensina são mínimas. Segundo Russell (1996), o efeito dos ionóforos é maior em dietas à base de forrageiras ricas em proteínas, pois sob estas condições a taxa de degradação de proteína é muito maior que a taxa de fermentação de carboidratos e os níveis de amônia ruminal geralmente são altos.

Quando os animais são submetidos a dietas com excesso de proteína degradada no rúmen, grande quantidade de amônia é acumulada neste órgão. Nessa situação, a adição de monensina faz diminuir a amônia em 30%, e os aminoácidos poupados da deaminação são utilizados por outras bactérias, aumentando a concentração de proteína bacteriana no fluido ruminal (Yang & Russell, 1993).

Existe um consenso entre os autores de que os ionóforos diminuem a degradação protéica e as concentrações de amônia ruminal, aumentando de 22 a 55% a quantidade de proteína sobrepassante devido à diminuição das enzimas proteolíticas e deaminativas, principalmente por redução dos peptostreptococos (Bergen & Bates, 1984; Schelling, 1984), propiciando maior aporte de aminoácido ao intestino delgado, entre eles lisina e metionina. Com o incremento da absorção de aminoácidos não essenciais, o metabolismo destes para a obtenção de energia passa a ser uma via adotada pelo ruminante, havendo aumento das concentrações de uréia e glicose sangüínea por deaminação dos aminoácidos e gliconeogênese (Duffield et al., 1998).

Russell (1987), ao isolar um novo grupo de bactérias Gram-positivas que produziam 20 vezes mais amônia e que era sensível à monensina, concluíram que os efeitos protetores dos ionóforos sobre as proteínas poderiam ser explicados pela sua atividade contra bactérias que fermentam peptídeos e aminoácidos. Tão importante quanto a causa metabólica responsável pela

melhora na utilização da proteína ocasionada pelos ionóforos são os diversos fatores que alteram esta resposta, mas nem por isso os resultados são menos conflitantes (Rodrigues, 2000).

2.3.3 Fibras

Quando ruminantes são alimentados com forragem, o pH ruminal permanece próximo da neutralidade, o que acontece porque a fibra estimula a ruminação, havendo, por consequência, uma grande produção de saliva, que age como uma substância tamponante natural do fluído ruminal. No entanto, quando são fornecidas dietas contendo grande quantidade de grãos, como as normalmente fornecidas a animais em confinamento, a elevada taxa de fermentação pode diminuir o pH drasticamente, favorecendo o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, havendo, assim, um acúmulo de lactato no fluido ruminal. O lactato é um ácido muito forte que causa uma imediata e severa diminuição do pH, contribuindo para o surgimento de sintomas de acidose. A monensina diminui a produção de lactato através da inibição do crescimento do *Streptococcus bovis*, bactéria que tem sido freqüentemente citada como a principal causadora da acidose ruminal (Russell, 1996).

O enchimento ruminal e a taxa de passagem influenciam diretamente no período de permanência do alimento no rúmen, afetando a fermentação microbiana e a digestibilidade dos alimentos. Russell & Strobel (1989) verificaram, em experimentos *in vitro*, que quando a monensina era adicionada a uma mistura microbiana, havia uma diminuição da digestão da celulose. No entanto, estudos *in vivo* mostram que a digestibilidade da fibra permanece inalterada, o que possivelmente isto ocorre pela influência dos ionóforos no consumo de alimentos, já que estes reduzem a ingestão e, por consequência, diminuem a taxa de passagem de material sólido do rúmen para o intestino.

Deste modo, a partícula fibrosa permanece um maior tempo no ambiente ruminal, prolongando-se, assim, o tempo de fermentação (Schelling, 1984).

Uma outra contribuição indireta dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra é que ele mantém pH mais elevado, propiciando melhores condições para o desenvolvimento de bactérias celulolíticas (Russell & Strobel, 1989).

Experimentos *in vitro* com culturas mistas de microorganismos ruminais demonstraram um decréscimo na digestibilidade da celulose após a adição de monensina. Embora geralmente a ingestão de matéria seca seja reduzida com a adição de ionóforos na dieta (Goodrich et al., 1984; Russell & Strobel, 1989), muitos experimentos *in vivo* demonstram não haver decréscimo na digestibilidade durante a suplementação com monensina, pois quando a ingestão diminui, a taxa de passagem de sólidos do rúmen é reduzida, havendo, assim, maior tempo para a digestão (Russell & Strobel, 1989).

Estudos demonstraram haver diminuição da digestibilidade da celulose no período de adaptação, porém esse efeito já não é mais detectado 21 dias após o início da utilização da monensina (Schelling, 1984).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.A.B. et al. Características e indicações clínicas dos ionóforos para ruminantes. **Revista CFMV**, Brasília, v.6, n.20, p.29-36, maio/jun./jul./ago. 2000. Suplemento Técnico.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2005. 340p.

BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1465-1483, June 1984.

BLAZSEK, M. Prehl'ad analytických metód na stanovenie polyéterových antibiotík. **Chemické Listy**, Praha Czech Republic, v.97, n.3, p.146-154, Mar. 2003.

BUTAYE, P.; DEVRIESE, L.A.; HAESEBROUCK, F. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: Effects of less well known antibiotics on Gram-positive bacteria. **Clinical Microbiology Reviews**. v.16, n.2, p.175-188, Apr. 2003.

CAMPOS, W.E.; SATURNINO, H.M. Ionóforos na alimentação de bovinos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n.39, p.71-84, 2002.

CORAH, L.R. Polyether ionophores - effect on rumen function in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, v.7, n.1, p.127-132, Mar. 1991.

DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid or monensin on lactate-producing or using bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, p.251-256, 1986.

DUFFIELD, T.F. et al. Efficacy of monensin for the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, n.11, p.2866-2873, Nov. 1998.

GOODRICH, R.D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1484-1498, June 1984.

HINO, T.; RUSSELL, J.B. Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.1, p.261-270, Jan. 1987.

LUCCI, C.S. Energia e alimentação In: _____. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. Cap.3, p.43-61.

MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Novas tecnologias em produção animal: bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.41-58.

McCAUGHEY, W. P.; WITTENBERG, K.; CORRIGAN, D. Methane production by steers on pasture. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.77, n.3, p.519-524, Sept. 1997.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.84, p.E194-E203, 2001. E Supplement.

PRESSMAN, B.C. Biological applications of ionophores. **Annual Review Biochemistry**, v.45, p.501-530, 1976.

RAISMAN, J.S.; GONZALEZ, A.M. **Hipertextos del área de la biología**. 2000. Disponível em: <<http://fai.unne.edu.ar/biologia/bacterias/micro4.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2004.

RODRIGUES, P.H.M. **Efeitos dos níveis de monensina e proporções volumoso/concentrado na ração sobre a utilização dos alimentos e parâmetros da fermentação ruminal em animais ruminantes.** 2000. 169p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

RUSSELL, J.B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.5, p.1519-1525, 1987.

RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UPDATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis. **Proceedings ...** Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996. p.1-19.

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**, Champaign, v.59, p.1329-1338, 1984.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on in vitro ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.2, p.552-558, Feb. 1989.

RUSSELL, J.B.; WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem.** 2th.ed. London, UK: Blackie Academic & Professional, 1997. p.246-282.

SALLES, M.S.V., LUCCI, C.S. Monensina para bezerros em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.573-581, mar./abr. 2000.

SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1518-1527, June 1984.

WESTLEY, J.W. Notation and classification. In: WESTLEY, J.W. (Ed.). **Polyether antibiotics: naturally occurring acid ionophores.** Biology. New York: Marcel Dekker, 1982. v.1. p.1-20

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**, Champaign, v.71, n.12, p.3470-3476, Dec. 1993.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES EM OVINOS

RESUMO

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Avaliação da monensina sódica no consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em ovinos. In: _____. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos**. 2005. Cap. 2, p.22-54. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Os efeitos da suplementação da monensina sódica com diferentes teores na dieta de ovinos foram avaliados em ensaio de digestibilidade *in vivo*, em que foram determinados o consumo e os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Foram utilizadas 16 ovelhas, não prenhes e não lactantes, mestiças, com peso e desvio padrão médios de $55,11 \pm 2,11$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (0; 25; 50 e 75 mg de monensina/animal/dia). Os animais foram alimentados à vontade, com dietas à base de cana-de-açúcar, farelo de soja, grão de milho moído e mistura mineral como dieta básica. As análises de variância e regressão para o consumo de ração, consumos de MS, PB, FDN e FDA mostraram haver efeito significativo dos teores de monensina na dieta. Os CDMS, CDPB, CDFDN e CDFDA não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. As melhores respostas foram obtidas nos teores de 50 e 75 mg de monensina/animal/dia, substanciada em menores consumos voluntário de alimentos.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (orientador); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

ABSTRACT

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Evaluation of sodium monensin in the intake, apparent digestibility of nutrients in sheep. In: _____. **Evaluation of the ionophore sodium monensin in intake, digestibility, weight gain and ruminal pH in sheep.** 2005. Cap. 2, p.22-54. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The effects of the supplementation of sodium monensin with different contents in sheep diet were evaluated in a *in vivo* digestibility trial in which both the intake and apparent digestibility coefficients (DC) of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber ADF). 16 ewes, non-pregnant and non-lactating, crossbred, with average weight and standard deviation of 55.11 ± 2.11 kg, distributed into a completely randomized design, with four treatments (0; 25; 50 and 75 mg of monensin/animal/day). The animals were fed, *ad libitum*, diets based on sugar cane, soybean meal, ground corn grain and mineral mixture as a basic diet. The analyses of variance and regression for diet intake, intakes of DM, CP, NDF and ADF showed there is a significant effect of the contents of monensin in the diet. The DCDM, DCCP, DCNDF and DCADF did not differ statistically among the treatments. The best responses were obtained in the contents of 50 and 75 mg of monensin/animal/day, supported on lower voluntary intakes of feeds.

¹ **Guidance committee:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (Adviser); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A determinação da qualidade nutricional de um dado alimento mediante análises bromatológicas em que se determina a composição química constitui um dos principais pontos para verificar a importância desse alimento e sua possível utilização na alimentação animal. No entanto, somente esta informação não é suficiente para assegurar um alto nível de produção dos animais que receberão estes alimentos, já que, em vários casos, os nutrientes presentes no alimento estão indisponíveis para o animal, o qual, sendo assim, não expressa seu potencial de produção. Sendo assim, é necessário determinar a fração do alimento que realmente está disponível para o animal, ou seja, é necessário saber a sua digestibilidade.

A 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 (Schneider & Flatt, 1975).

Segundo Maynard et al. (1984), o aumento do consumo de alimentos a partir de certo nível diminui a digestibilidade da dieta; 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 por maior tempo no trato gastrintestinal, resultado de um menor nível de ingestão; porém, nesses casos o desempenho animal pode ser comprometido (Oliveira, 2003).

Como os ionóforos reduzem a ingestão de alimentos, pode-se esperar que a inclusão de monensina sódica na dieta proporcione, da mesma forma, um aumento na digestibilidade da ração, fato já averiguado por Mendel et al. (1991) e McGuffey et al. (2001).

Os mecanismos pelos quais a monensina sódica promove a redução de consumo ainda não estão completamente elucidados; no entanto, a menor ingestão de alimentos está correlacionada com o aumento da energia líquida da dieta, fator diretamente envolvido com a mudança de perfil dos ácidos graxos voláteis gerados no rúmen-retículo e no incremento no aporte de aminoácidos de origem dietéticas potencialmente digeríveis no intestino delgado (Clary et al., 1993). Embora a ação dos ionóforos sobre os parâmetros de fermentação tenha sido bastante estudada (Yang & Russell, 1993; Jenkins et al., 2003), a sua influencia sobre a digestibilidade dos alimentos tem sido pouco pesquisada, principalmente com a espécie ovina.

Sendo assim, com base no exposto, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes teores de monensina sódica no consumo de alimentos e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local, instalações e período experimental

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras – MG, e realizado com ovinos em dois períodos subseqüentes, nos meses de setembro e novembro de 2003. A cidade de Lavras está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918 m.

Em cada um dos períodos os procedimentos foram semelhantes, com diferenças apenas quanto à distribuição dos tratamentos aos animais.

Os animais experimentais foram instalados em gaiolas de metabolismo individualmente, sendo estas adequadas para ensaios de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro, bebedouro e cocho próprio para suplemento mineral. Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação de fezes e urina. As fezes eram recolhidas em bandejas plásticas e a urina ficava acondicionada em baldes plásticos, adaptados com uma tela separadora, evitando que as fezes e a urina se misturassem. Cada balde recebeu 100 mL de solução de HCl a 10 N a fim de evitar perda de nitrogênio.

2.2 Animais e alimentação

Foram utilizadas dezesseis ovelhas adultas deslanadas, mestiças da raça Santa Inês, com peso médio e desvio padrão inicial de $55,11 \pm 2,11$ kg.

A alimentação dos animais consistiu de uma dieta padrão à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) picada como volumoso, farelo de soja e

milho moído como concentrado, oferecida em duas refeições diárias (às 07:00 e 17:00 horas), sendo que cada refeição continha 50% do total diário. A dieta experimental foi calculada segundo recomendações do (NRC, 1985) para ovelhas em estágio de manutenção. Cada animal tinha à disposição água fornecida *ad libitum*, além de suplemento mineral comercial¹ disponível nos cochos.

As composições percentual e química da dieta encontram-se na Tabela 2.1.

TABELA 2.1. Composição percentual e química da dieta (%MS)

INGREDIENTES	%
Cana-de-açúcar	78,00
Farelo de soja	16,53
Milho, grão moído	5,47
TOTAL	100,00
NUTRIENTES	%
Matéria Seca	43,41
Proteína Bruta	10,81
Extrato Etéreo	2,53
FDN	47,10
FDA	26,99
Matéria Mineral	3,13

¹ Suplemento mineral comercial - Cada 1000g contém: P 65g; Ca 120g; Na 152g; Mg 5g; S 25g; Zn 2000mg; Cu 1500mg; Fe 1200mg; I 120mg; Co 80mg; Se 12mg; F (máx) 650mg.

2.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram em quatro níveis de monensina sódica:

T1 – 0,0 mg de monensina sódica/animal/dia;

T2 – 25,0 mg de monensina sódica/animal/dia;

T3 – 50,0 mg de monensina sódica/animal/dia;

T4 – 75,0 mg de monensina sódica/animal/dia;

2.4 Fase pré-experimental e de coleta.

Os dois períodos experimentais consistiram de duas fases, uma fase de adaptação dos animais às gaiolas, ao manejo e à ingestão da monensina sódica conforme os tratamentos experimentais, com duração de 14 dias, e outra, de sete dias, destinada à coleta das amostras.

2.5 Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina

O volumoso e o concentrado foram amostrados diariamente e as amostras foram posteriormente homogeneizadas, formando uma única amostra composta. As sobras do alimento foram recolhidas antes do fornecimento da refeição matutina, sendo pesadas e amostradas diariamente para cada animal (mínimo de 20% da sobra total).

As fezes, bem como a urina, eram recolhidas pela manhã, antes do manejo alimentar. A coleta de fezes era total, seus pesos eram anotados e estas eram amostradas (20%), acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas. A urina produzida por cada animal tinha seu volume (mL) também registrado e era efetuada amostragem (20%), em seguida as amostras eram

aconditionadas em vidro âmbar devidamente identificado para cada animal e congeladas.

Todas as amostragens feitas do alimento ofertado, das sobras, das fezes e da urina foram congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posteriores análises químico-bromatológicas.

2.6 Análises químicas

Foram feitas análises para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) da ração ofertada e das sobras, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2000); para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) das sobras de alimentos e das fezes foi utilizada metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

2.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições por tratamento, totalizando dezesseis parcelas experimentais, compostas cada uma por um único animal. O experimento foi repetido em seus dois períodos para o estudo do consumo e digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e FDA, o que resultou em um total de trinta e duas parcelas experimentais.

Os dados foram submetidos à análise estatística de regressão pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000) e foi utilizado o teste F com significância de 5% de probabilidade e o coeficiente de determinação com base no seguinte modelo estatístico de análise conjunta:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

Em que:

Y_{ijk} - representa o valor observado k do experimento i, no tratamento j;

μ - é uma constante associada a todas as observações;

T_i - é o efeito do tratamento i, com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

P_j - é o efeito do período j, com $j = 1$ e 2 ;

TP_{ij} - é efeito da interação entre o tratamento i e o período j; e

ε_{ijk} - é o erro experimental associado a Y_{ijk} , com $k = 1, 2, 3$ e 4 e que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo de ração, ingestão e digestibilidade da matéria seca

Os dados observados relativos aos consumos de ração e de matéria seca, expressas em quilogramas por dia (kg.dia^{-1}), em porcentagem do peso vivo (% PV) e gramas por quilograma de peso metabólico ($\text{g.kg PV}^{0,75}$), bem como o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, estão apresentados na Tabela 2.2.

TABELA 2.2. Consumo de ração (CR), de matéria seca (CMS) e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) em função dos níveis de monensina sódica

Variáveis	Níveis de monensina sódica (mg/animal/dia)				CV (%)	Pr>F
	0	25	50	75		
CR (kg.dia^{-1})	2,049	1,933	1,816	1,700	11,80	0,0110
CMS						
kg.dia^{-1}	0,889	0,839	0,788	0,737	11,84	0,0112
% PV	1,62	1,53	1,44	1,35	8,82	0,0010
$\text{g.kg PV}^{0,75}$	44,17	41,72	39,28	36,83	9,49	0,0020
CDMS (%)	68,11	67,30	67,23	67,89	6,98	0,9766

Nas Figuras 2.1 e 2.2 pode-se observar o efeito linear dos tratamentos para as variáveis consumo de ração e de matéria seca independentemente das formas como são expressas.

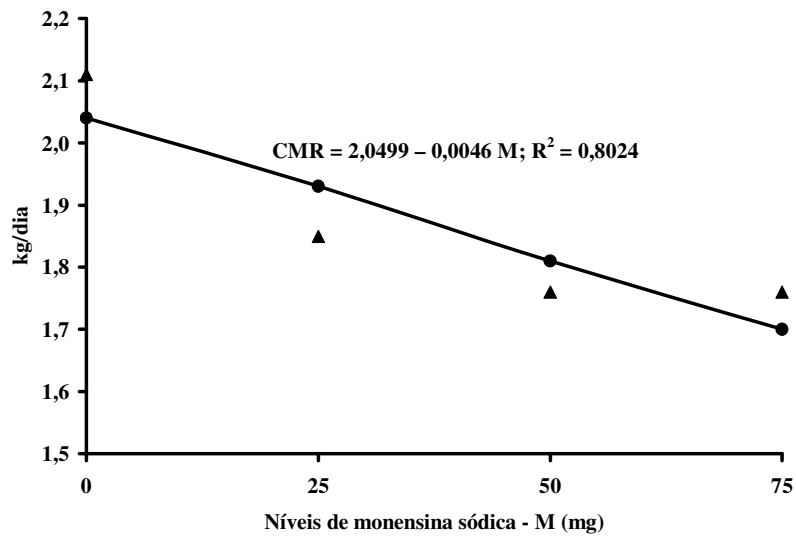


FIGURA 2.1. Consumo médio de ração (CMR) em função dos níveis de monensina na dieta.

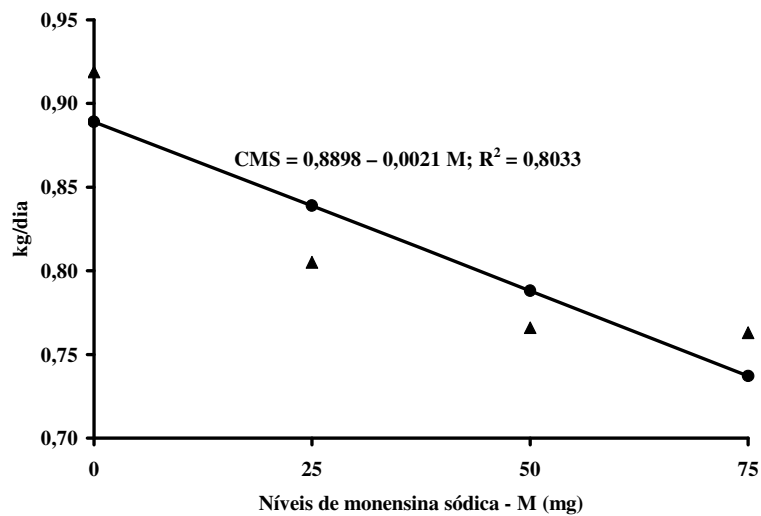


FIGURA 2.2. Consumo de matéria seca (CMS) em função dos níveis de monensina.

Os animais que receberam monensina sódica apresentaram redução no CMS em relação aos do grupo controle na ordem de 5,62; 11,37 e 17,09% para os tratamentos com 25, 50 e 75 mg de monensina/animal/dia, respectivamente. Essa redução significativa no CMR e no CMS pode ser em função da aversão dos animais aos alimentos que são suplementados com a monensina, diminuindo sua ingestão, pois esse ionóforo funciona como um inibidor do consumo (Goodrich et al., 1984). De acordo com esses mesmos autores, que sumarizaram os resultados de 29 testes nos quais foi utilizada a monensina, o consumo voluntário de alimentos decresceu à medida que aumentou a quantidade de ionóforo na dieta.

O fornecimento de ionóforos como a monensina sódica ocasiona modificação na flora microbiana ruminal, alterando os produtos finais do processo de fermentação dos alimentos e levando, assim, a uma maior eficiência no aproveitamento dos alimentos, com conseqüente redução no consumo, sem comprometer o desempenho desses animais (Teather & Foster, 1998).

Os resultados obtidos nesse experimento se assemelham aos obtidos por Abe et al. (1994), que ao incluírem monensina sódica em cápsulas de liberação lenta a vacas leiteiras, também verificaram redução no CMR e CMS. Dados semelhantes a esses foram apresentados por Cabral et al. (1999), que também observaram redução no CMR e no CMS quando incluíram salinomicina na dieta de ovinos mestiços Texel x Corriedale.

Diminuições do CMS acarretadas pela adição de ionóforos na dieta de vacas leiteiras antes do parto também foram observadas por Green et al. (1999); no entanto, até aproximadamente a nona semana após o parto não houve redução do consumo de matéria seca em função do uso de até 24 mg/monensina/kg de MS, havendo, porém, nova redução de consumo no restante da lactação.

Em estudos realizados com novilhas e vacas de corte mantidas em regime de confinamento (Restle et al., 2001), com carneiros alimentados com capim fresco colhido na primavera e no outono (Maas et al., 2001) e com novilhos Aberdeen Angus alimentados com dietas contendo farelo de soja (Lana & Fox, 2001), observaram-se redução no CMS quando eram adicionados ionóforos nas dietas dos animais.

Os valores da ingestão média de MS obtidos nesse trabalho encontram-se abaixo da média recomendada pelo NRC (1985) para animais em estágio de manutenção, que se encontra na faixa de 1,0 a 1,1 kg de MS/animal/dia, e assemelham-se àqueles obtidos por Salvador (2003). Em relação à ingestão mensurada em porcentagem de peso vivo, as ovelhas nesse ensaio experimental alcançaram consumos menores do que aqueles obtidos por Rodrigues et al. (2001), que ao trabalharem com ovinos deslanados, adultos, machos, mestiços da raça Santa Inês e com peso vivo médio de 56,2 kg, tratados com 0 e 40 mg/monensina/animal/dia, verificaram um CMS de 2,05 e 1,98 kg, respectivamente, em dietas com até 75% de volumoso. Já em relação à ingestão de MS expressa em (g.kg PV^{0,75}), esses mesmos autores observaram valores entre 54,75 a 55,09 de consumo, contra 44,17 a 36,83 g.kg PV^{0,75} desse ensaio.

Embora os menores CMS observados para os animais que receberam ionóforos estejam de acordo com os que são relatados pela maioria dos autores (Goodrich et al., 1984; Cabral et al., 1999 e Oliveira, 2003), Ricke et al. (1984); Ramazin et al. (1997); Rodrigues et al. (2001) e Osborne et al. (2004), nas mais diversas condições experimentais, não observaram depressão no consumo voluntário de alimentos e de matéria seca.

Em relação ao CDMS, não foi observado efeito significativo dos tratamentos sob essa variável. Os dados do presente trabalho corroboram os achados de outros pesquisadores que não observaram efeito significativo, ou

seja, melhora no CDMS quando os animais consumiam monensina (Huntington, 1996; citado por Rodríguez & Muñoz, 2000 e Oliveira, 2003). Por outro lado, Poos et al. (1979) registraram diminuição na digestibilidade da matéria seca com suplementação de ionóforos.

Wedegaertner & Johnson (1983) relataram que, além da mudança nos produtos finais da fermentação dos alimentos no rúmen, parte da melhora no desempenho dos animais criados em sistema de confinamento, quando se utilizam ionóforos, tem sido atribuída ao aumento da digestibilidade dos nutrientes das dietas.

Vários autores, como Araujo & Fernández (1991), Su et al. (1993) e Salles & Lucci (2000), obtiveram resultados de melhoria na digestibilidade em diferentes proporções e em diversos nutrientes quando os animais recebiam monensina sódica na dieta. Entretanto, no presente trabalho a monensina não influenciou significativamente a digestibilidade da matéria seca.

Ao fornecerem monensina a carneiros alimentados com diferentes proporções de feno e concentrado, Bedo et al. (1990) relataram que a eficiência da monensina na melhora da digestibilidade é variável e inconsistente.

Os ensaios em que se estudaram os efeitos da monensina sobre a digestibilidade dos alimentos têm produzido resultados bastante variáveis. Entre os fatores apontados por vários autores que têm trabalhado com os ionóforos na nutrição de ruminantes estão o aporte de nutrientes das dietas (incluindo o nível de proteína verdadeira), as proporções de volumoso: concentrados e a duração dos experimentos.

3.2 Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta

Na Tabela 2.3 estão apresentados os valores médios de ingestão de proteína bruta (CPB) e o seu coeficiente de digestibilidade aparente (CDPB).

Observando os dados é possível verificar o efeito dos tratamentos sobre o CPB independentemente da forma como é expresso.

TABELA 2.3. Consumo de proteína bruta (CPB) e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função dos teores de monensina

Variáveis	Níveis de monensina sódica (mg/animal/dia)				CV (%)	Pr>F
	0	25	50	75		
CPB						
g.dia ⁻¹	89,71	84,60	79,48	74,37	11,85	0,0112
% PV	0,18	0,17	0,16	0,15	9,43	0,0050
g.kg PV ^{0,75}	4,45	4,20	3,96	3,71	9,50	0,0021
CDPB (%)	67,78	68,08	68,61	69,37	5,15	0,7999

Para uma melhor apreciação visual é apresentada, nas Figuras 2.3, 2.4 e 2.5, a resposta linear obtida em função da adição de monensina sódica na dieta das ovelhas.

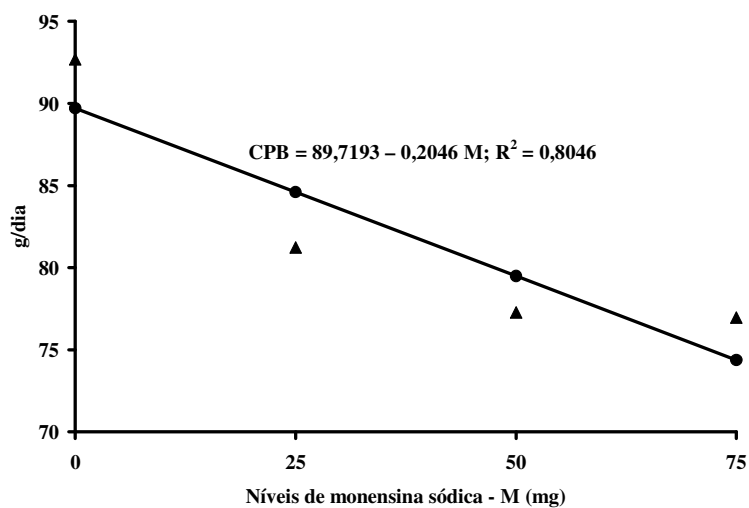


FIGURA 2.3. Consumo de proteína bruta (CPB) em função dos níveis de monensina.

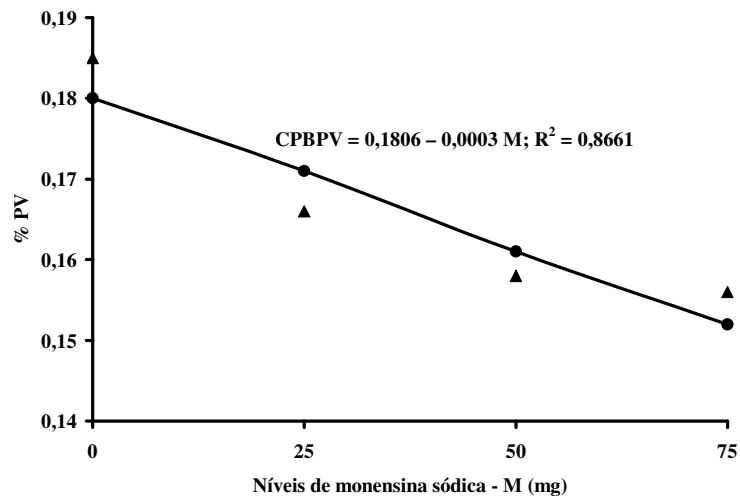


FIGURA 2.4. Consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo (CPBPV) em função dos níveis de monensina.

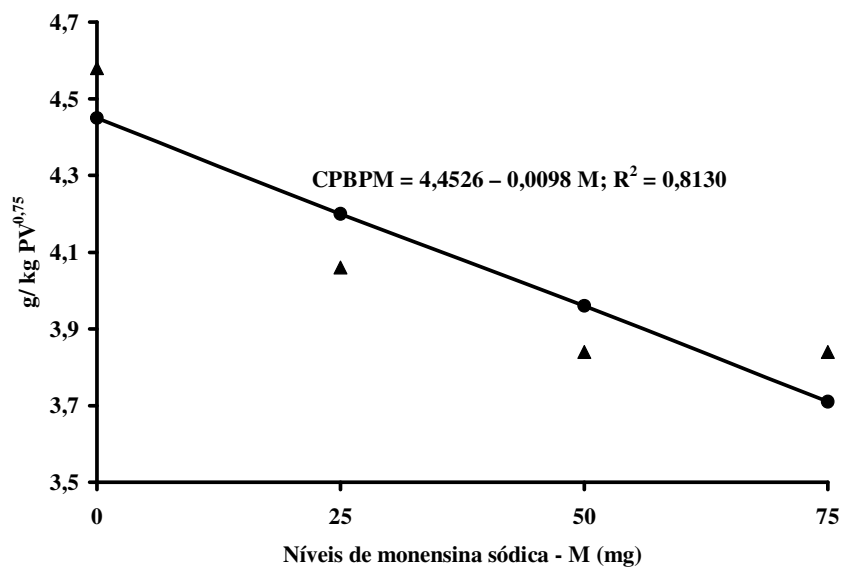


FIGURA 2.5. Consumo de proteína bruta por quilograma de peso metabólico (CPBPM).

Os dados obtidos na presente pesquisa demonstram que à medida que aumenta a quantidade de monensina sódica na dieta ocorre uma depressão no CPB. Esses valores são inferiores aos recomendados pelo NRC (1985) para ovelhas em manutenção, sendo que a exigência em PB não foi atendida pelos tratamentos, já que o NRC (1985) preconiza, para essa categoria animal, com 50 a 60 kg de peso vivo, a ingestão diária de aproximadamente 95 a 104 g de proteína bruta por dia, respectivamente.

Essa diminuição no CPB pode ter ocorrido em função do baixo teor protéico da dieta (10% PB), visto que na literatura há relatos de que, ao se aumentar o nível protéico na dieta, há aumento no CPB (Haddad et al., 2001 e Rocha, 2002). Um outro fator que também deve ter influenciado na depressão dessa variável foi utilização da cana-de-açúcar como volumoso em alta

proporção, tendo em vista que em geral esse volumoso possui baixo teor de proteína bruta (2 a 4% PB) e alto teor de fibra, inibindo o consumo.

O fato de a monensina funcionar como inibidor de apetite, em função do seu gosto amargo, também deve ter influenciado nessa diminuição do consumo da proteína, sendo essa a mais provável causa dessa inibição, já que Goodrich et al. (1984), ao adicionarem levedura de cana-de-açúcar como palatilizante da dieta, observaram que houve aumento no ganho de peso em relação aos demais grupos, sugerindo, assim, um aumento de consumo com conseqüente aproveitamento da proteína do suplemento (Goodrich et al., 1984; Muller et al., 1986). Salles & Lucci (2000) também verificaram incremento na ingestão de proteína bruta quando utilizaram leite em pó como palatilizante na dieta de bovinos machos leiteiros.

Possivelmente existem várias interações entre a monensina e outros ionóforos e a alimentação, e algumas ainda são desconhecidas pelos nutricionistas. Goodrich et al. (1984) verificaram, em um trabalho de revisão de literatura, que a monensina teve melhor efeito sobre a conversão alimentar de bovinos em pastagens do que em confinamento à base de concentrados. Lana et al. (1997) observaram, em dietas ricas em concentrados, que a monensina melhorou a conversão alimentar em 6% quando a ração era suplementada com proteína verdadeira (farelo de soja), mas não houve efeito quando se utilizou nitrogênio não protéico (uréia). Ives et al. (2002) também verificaram redução no CPB ao adicionarem os ionóforos monensina e virginamicina às dietas de bovinos em relação ao grupo controle (7,38; 7,30 e 7,80, respectivamente). Embora os trabalhos dos autores supracitados tenham observado depressão no CPB sem comprometer o desempenho produtivo dos animais, por outro lado, Zinn (1988), ao utilizar monensina em rações com uréia, encontrou efeito negativo da suplementação da monensina em ganhos de peso.

Os resultados do presente experimento corroboram aqueles obtidos por outros pesquisadores, que encontraram diminuição da ingestão de proteína bruta em ruminantes com a utilização de monensina (Boin et al., 1984 e Araujo & Fernandez, 1991). Já Luchiari Filho et al. (1990) e Galloway et al. (1993), trabalhando com monensina em dietas à base de volumoso, e Zinn & Borques (1993), trabalhando com dietas à base de concentrados, não encontraram efeito supressor dos ionóforos sobre a variável em questão.

Segundo os dados obtidos (Tabela 2.3), observa-se que o incremento da monensina na dieta não alterou significativamente o CDPB. Os dados do presente trabalho corroboram aqueles obtidos por outros pesquisadores que não observaram efeitos do emprego dos ionóforos sobre o CDPB (Marounek et al., 1989; Pomar et al., 1989, Orborne et al., 2004). Zinn et al. (1994) observaram ainda que a ausência de efeitos independia do nível de fibra da dieta. No entanto, Galloway et al. (1993) observaram aumento no CDPB com a suplementação de ionóforos na dieta.

Aumentos no CDPB também foram verificados por Rodrigues et al. (2001), que ao trabalharem com ovinos mestiços da raça Santa Inês, observaram melhora na digestibilidade da proteína, independentemente da proporção de concentrado na dieta.

3.3 Consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Os resultados referentes ao consumo e digestibilidade aparente da FDN e FDA estão apresentados na Tabela 2.4, na qual se verifica que houve efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo da FDN e FDA, independentemente da forma com foram expressas.

TABELA 2.4. Consumos médios de fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) e coeficientes de digestibilidade aparente (CDFDN e CDFDA)

Variáveis	Níveis de monensina sódica (mg/animal/dia)				CV (%)	Pr>F
	0	25	50	75		
CFDN						
g.dia ⁻¹	419,17	395,27	371,37	347,47	11,85	0,0112
% PV	0,87	0,83	0,78	0,74	9,21	0,0042
g.kg PV ^{0,75}	20,80	19,65	18,50	17,35	9,49	0,0020
CFDA						
g.dia ⁻¹	239,46	225,94	212,42	198,90	11,71	0,0119
% PV	0,48	0,46	0,43	0,41	9,04	0,0019
g.kg PV ^{0,75}	11,92	11,26	10,60	9,94	9,49	0,0020
CDFDN (%)	54,28	55,20	56,46	58,07	12,02	0,5274
CDFDA (%)	46,02	46,06	46,42	47,09	14,03	0,9755

Os CFDN e CFDA foram afetados de forma linear pelos tratamentos estudados, diminuindo com o emprego da monensina na dieta; no entanto, esses valores se encontram bastantes próximos dos averiguados por Lopes et al. (2002), que ao trabalharem com ovinos alimentados com bagaço de cana-de-açúcar obtiveram valores de 25,2 vs 21,8 e 15,7 vs 12,16 g.kg PV^{0,75} de FDN e FDA, respectivamente. Nas Figuras 2.6, 2.7 e 2.8 é possível visualizar o efeito da monensina sobre essas duas variáveis em diferentes formas de expressá-las.

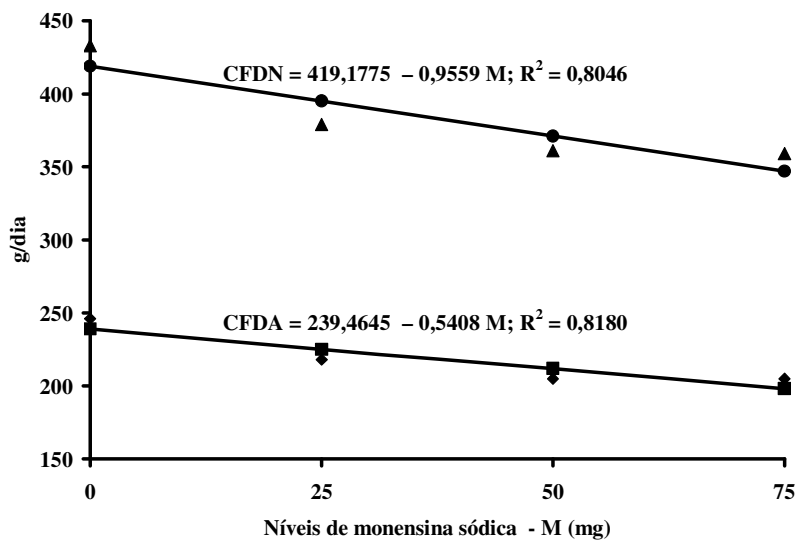


FIGURA 2.6. Consumos de fibra em detergente neutro (CFDN) e ácido (CFDA) em função dos níveis de monensina na dieta.

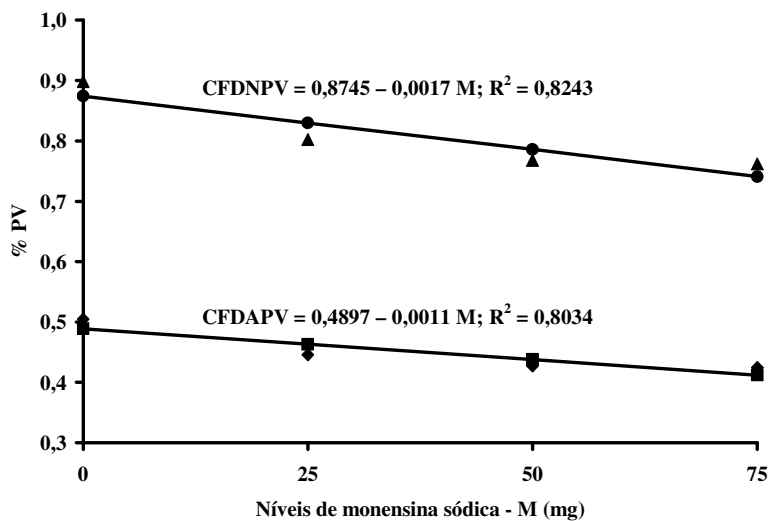


FIGURA 2.7. Consumo de fibra em detergente neutro em porcentagem do peso vivo (CFDNPV) e ácido (CFDAPV) em função dos níveis de monensina na dieta.

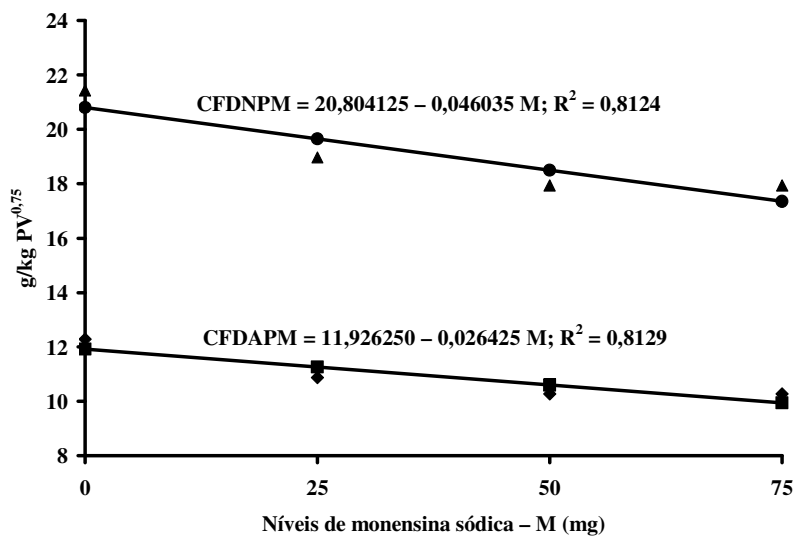


FIGURA 2.8. Consumo de fibra em detergente neutro por peso metabólico (CFDNPM) e ácido (CFDAPM) em função dos níveis de monensina sódica na dieta.

As depressões na ingestão de FDN e FDA também foram verificadas por Zinn & Borques (1993) e Zinn et al. (1994) em bovinos mantidos em regime de confinamento.

A diminuição desse consumo pode ser decorrente da morte de alguns microorganismos ruminais sensíveis à presença de ionóforo no rúmen. Isso ocorre principalmente quando os microorganismos não possuem um invólucro externo que lhes confere proteção, na maioria bactérias gram-positivas, fungos e protozoários, causando, no ambiente ruminal dos animais suplementados com a monensina, a defaunação. As bactérias gram-positivas são, na sua maioria, bactérias celulolíticas, sendo assim responsáveis pela degradação da celulose e hemicelulose; com a diminuição da população desses tipos de microorganismos,

provavelmente ocorreu essa diminuição da ingestão, que também pode causar baixos valores de digestibilidade (Machado & Madeira, 1990) ou, até mesmo, em função da baixa qualidade da fibra da cana-de-açúcar, ocasionar depressão no consumo dos animais que são alimentados com esse tipo de alimento em grande proporção (Lopes et al., 2002), caso observado nesse experimento.

No entanto, o efeito da monensina sobre a ecologia microbiana ruminal tem proporcionado resultados bastante contraditórios, uma vez que as bactérias obtidas diretamente do rúmen apresentam coloração Gram variável e a maioria ainda não é classificada pelo sequenciamento do RNA ribossômico (Krause & Russell, 1996).

Não foram observados efeitos significativos do emprego da monensina sobre os CDFDN e CDFDA. Os valores obtidos no presente trabalho corroboram aqueles observados por Oliveira (2003), que forneceu 28 mg/kg de MS consumida a ovinos castrados, mestiços Bergamácia x Santa Inês, e também não observou alterações na digestibilidade da matéria orgânica, FDN e amido. Dados semelhantes também foram apresentados por Osborne et al. (2004), que ao trabalharem com vacas holandesas, multíparas recebendo 22 mg de monensina/kg de MS, não observaram efeito significativo nos CDFDN e no CDFDA. No entanto, dados obtidos por Araujo & Fernández (1991) demonstram que a digestibilidade aparente da FDN e fibra bruta aumentaram com o uso de ionóforos e que esse aumento foi maior à medida que a proporção de concentrado era aumentada.

Dados gerados por Fluhart et al. (1999) também demonstraram aumento no CDFDN na dieta de cordeiros que receberam lasalocida sódica. Rodrigues et al. (2001), ao trabalharem com ovinos adultos, mestiços da raça Santa Inês, também obtiveram melhora significativa nos CDFDN e no CDFDA em dietas predominantemente concentradas, mas houve diminuição em seis unidades

percentuais em dietas mistas. Melhoria no CDFDN e CDFDA com a adição de 33 mg de monensina/kg de MS em dietas de bovinos holandeses também foi obtida por McGinn et al. (2004).

Já Pomar et al. (1989) observaram que a monensina diminuía a digestibilidade da FDN e FDA em dietas predominantemente concentradas, mas aumentava a digestibilidade destas frações em dietas predominantemente volumosas, enquanto Zinn et al. (1994) não verificaram efeitos dos ionóforos sobre os CDFDN e CDFDA, independentemente do nível de fibra na dieta. Poos et al. (1979) observaram, ainda, diminuição da digestibilidade da FDA em animais não adaptados à monensina em relação aos animais já adaptados.

O efeito dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra tem sido comumente explicado na literatura como sendo decorrente do menor consumo voluntário de alimentos (Rogers & Davis, 1982), do aumento do tempo de retenção da MS no rúmen (Ellis et al., 1983), da melhoria das condições ruminais (Branine & Galyean, 1990) ou do aumento do estímulo à ruminação (Knowlton et al., 1996).

Embora se aceite que os ionóforos causem pequena a moderada melhora na digestibilidade dos alimentos (Schelling, 1984), essas condições não estão definidas até o presente momento, podendo sofrer interferência de fatores como consumo voluntário de alimentos, enchimento ruminal e taxa de passagem, entre outros (Rodrigues et al., 2001).

4 CONCLUSÕES

A monensina sódica causou redução no consumo voluntário de alimentos sem alterar a digestibilidade, sendo os menores consumos de nutrientes obtidos nos teores de 50 a 75 mg de monensina/animal/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, N.; LEAN, I.J.; RABIEE, A. 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, O.F.; FERNÁNDEZ, 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**, Maracaibo, v.8, n.2, p.143-153, fev. 1991.

BEDO, S.; BODIS, A.; RAVASZ, I. Improvement of digestibility with monensin? **Kraftfutter**, n.2, p.62-66, 1990.

BOIN, C. et al. A monensina sódica no ganho de peso e na conversão alimentar de zebuínos em confinamento. **Zootecnia**, v.22, n.3, p. 247-255, 1984.

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**, Champaign, v.68, n.4, p.1139-1150, Apr. 1990.

CABRAL, M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de salinomicina sobre o desempenho e funções enzimáticas de ovinos em regime de confinamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n. 4, p.968-972, out./dez. 1999.

CLARY, E.M. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digest kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.11, p.3115-3123, Nov. 1993.

ELLIS, W.C. et al. Effects of ionophores on grazed forage utilization and their economic value for cattle on wheat pasture. In: NATIONAL WHEAT PASTURE SYMPOSIUM, 1983, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater: Agricultural Experimental Station, 1983. p.343.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análises estatísticas para dados balanceados**. Lavras:UFLA/DEX, 2000. Programa de computador.

FLUHARTY, F.L. et al. Energy source and ionophore supplementation effects on lamb growth, carcass characteristics, visceral organ mass, diet digestibility, and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.4, p.816-823, Apr. 1999.

GALLOWAY, D.L.S. et al. Feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming low-quality grass supplemented with lasalocid or monensina. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.73, n.4, p.869-879, 1993.

GOODRICH, R.D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1484-1498, June 1984.

GREEN, B. L. et al. The impact of a monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, n.2, p.333-342, Feb. 1999.

HADDAD, S.G.; NASR, R.E.; MUWALLA, M.M. Optimum dietary crude protein level for finishing awassi lambs. **Small Ruminant Research**, v.39, n.1, p. 41-46, Jan. 2001.

IVES, S.E. et al. Effects of virginiamycin and monensin plus tylosin on ruminal protein metabolism in steers fed corn-based finishing diets with or without wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.11, p.3005-3015, Nov. 2002.

JENKINS, T.C.; FELLNER, V.; MCGUFFEY, R.K. Monensin by fat interactions on *trans* fatty acids in cultures of mixed ruminal microorganisms grown in continuous fermentors fed corn or barley. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n.1, p.324-330, Jan. 2003.

KNOWLTON, K.F.; ALLEN, M.S.; ERICKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn for dairy cows in early lactation: 2. Effect on ruminal measurements and feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.4, p.565-574, Apr. 1996.

KRAUSE, D.O.; RUSSELL, J.B. An rRNA approach for assessing the role of obligate amino acid-fermenting bacteria in ruminal amino acid degradation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v.62, n.3, p.815-821, Mar. 1996.

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**, Viçosa, v.30, n.1, p.247-253, jan./fev. 2001.

LANA, R.P. et al. Influence of monensin on Holstein steers fed high-concentrate diets containing soybean meal or urea. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.10, p.2571-2579, Oct. 1997.

LOPES, F.C.F. et al. Efeitos da defaunação em ovinos alimentados com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) adicionada de uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.54, n.2, p.180-188, abr. 2002.

LUCHIARI FILHO, A. et al. Efeito do ionóforo ICI 139603 no desempenho e conversão alimentar de novilhos zebu alimentados com gramíneas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.47, n.2, p.169-172, 1990.

MAAS, J.A.; WILSON, G.F.; McCUTCHEON, S.N. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.4, p.1052-1058, Apr. 2001.

MACHADO, P. F.; MADEIRA, H. M. F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: **Novas tecnologias em produção animal Bovinocultura de corte - Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.41-58.

MAROUNEK, M.; SKRIVANOVÁ, V.; MACHAŇOVÁ, L. Effect of monensin on digestibility of nutrients, ruminal volatile fatty acids and parameters in young calves. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.42, p.273-280, 1989.

MAYNARD, L.A. et al. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

McGINN, S.M. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n.11, p.3346-3356, Nov. 2004.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.84, p.E194-E203, 2001. E Supplement.

MENDEL, M. et al. Modo de acción del monensina en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencias e Investigación Agraria**, Santiago, v.18, n.3, p.153-173, set./dec. 1991.

MULLER, R.D. et al. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate-day feeding schedule. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, n.3, p.593-600, Mar. 1986.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. rev. Washington: National Academy, 1985. 99p.

OLIVEIRA, M.V.M. **Utilização do ionóforo monensina sódica na alimentação de ruminantes**. 2003. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OSBORNE, J.K. et al. Effects of monensin on ruminal forage degradability and total tract diet digestibility in lactating dairy cows during grain-induced subacute ruminal acidosis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.87, n.6, p.1840-1847, June 2004.

POMAR, C. et al. High-roughage rations with or without monensin for veal production. 2. Ration digestibility. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.69, n.2, p.403-410, 1989.

POOS, M.I.; HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.48, p.1516-1524, 1979.

RAMANZIN, M. et al. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.6, p.1136-1142, June 1997.

RESTLE, J. et al. Terminação em Confinamento de Vacas e Novilhas sob Dietas com ou sem Monensina Sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1801-1812, nov./dez. 2001.

RICKE, S. C. et al. Effects of lasalocid and monensin on nutrient digestion, metabolism and rumen characteristics of sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.1, p.194-202, Jan. 1984.

ROCHA, M.H.M. **Teores de proteína bruta em dietas com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados**. 2002. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RODRIGUES, P.H.M. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.449-455. jul./set. 2001.

RODRÍGUEZ, J.M.P.; MUÑOZ, S.S.G. Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. **Interciencia**. v.25, n.8, p.379-385, nov. 2000.

ROGERS, J.A.; DAVIS, C.L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.6, p.944-952, Jun. 1982.

SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.573-581, mar./abr. 2000.

SALVADOR, F.M. **Utilização de amiréias (produto da extrusão amido + uréia) em ovinos alimentados com feno de coastcross**. 2003. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1518-1527, June 1984.

SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Geórgia: University of Georgia, 1975. 423p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2000. 235p.

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.; FOSTER, R.J. Manipulating the rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.78, p.59-70, 1998. Supplementation.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.

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**, Champaign, v.57, n.1, p.168-171, Jan. 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**, Champaign, v.71, n.12, p.3470-3476, Dec. 1993.

ZINN, R.A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for steers supplemented with without monensin. **Journal of Animal Science**, v.66, n.1, p.213-227, Jan. 1988.

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**, Champaign, v.71, n.1, p.18-25, Jan. 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**, Champaign, v.72, n.9, p. 2209-2215, Sep. 1994.

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS EM CONFINAMENTO

RESUMO

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Avaliação da monensina sódica no desempenho produtivo de ovinos em confinamento. In: _____. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos.** 2005. Cap. 3, p.55-79. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de monensina sódica no desempenho produtivo e análise econômica parcial de cordeiros mestiços criados individualmente em regime de confinamento durante um período de 27 dias. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de níveis de ionóforo na dieta padrão (0; 25 ; 50 e 75 mg de monensina/animal/dia). A dieta padrão era composta de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja, grão de milho moído e mistura mineral, na relação volumoso:concentrado de 48:52. Os resultados mostraram que o consumo médio de ração, o consumo de matéria seca e o ganho de peso médio não foram influenciados pelos tratamentos. A inclusão de monensina à dieta causou efeito significativo na conversão alimentar e na eficiência alimentar. Na avaliação econômica houve maiores benefícios com o uso do ionóforo. A monensina sódica não causou depressão no consumo de alimentos nem no ganho de peso dos cordeiros criados em confinamento, porém melhorou a conversão e a eficiência alimentar, com melhor resposta no nível de 50 mg de monensina/animal/dia.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (orientador); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

ABSTRACT

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Evaluation of sodium monensin on the productive performance of sheep in feedlot. In: _____. **Evaluation of the ionophore sodium monensin in intake, digestibility, weight gain and ruminal pH in sheep.** 2005. Cap. 3, p.55-79. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The objective of this work was to evaluate the effects of levels of sodium monensin on the productive performance and partial economic analysis of crossbred lambs, raised singly under feedlot regime over a 27-day period. The adopted experimental design was the completely randomized with four treatments and four replicates. The treatments consisted of levels of ionophore in the standard diet (0; 25 ; 50 and 75 mg of monensin/animal/day). The standard diet was made up of Tifton 85 grass hay (*Cynodon spp.*), soybean meal, ground corn grain, and mineral mixture and at the roughage: concentrate ratio of 48:52. The results showed that the average intake of diet, dry matter intake and average weight gain were not influenced by the treatments. The addition of monensin to the diet caused a significant effect in feed conversion and feed efficiency. In the economic evaluation, there was greater benefits from the use of the ionophore. Sodium monensin caused no decrease in feed intake, neither in weight gain of the lambs raised in confinement, but it improved both feed conversion and efficiency with the best response at the level of 50 mg of monensin/animal/day.

¹ **Guidance committee:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (Adviser); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura nacional tem mostrado um crescimento elevado e a demanda por animais dessa espécie continua em ascensão. A crescente demanda por carne ovina registrada nos últimos anos impulsionou o aumento da produção de cordeiros para o abate, gerando a necessidade de melhoria nas técnicas de produção para atingir o máximo grau de produção com mais eficiência. Tem-se notado ultimamente o interesse em intensificar a terminação de cordeiros em confinamento. Esse sistema de criação permite produzir animais com melhor acabamento da carcaça que será comercializada, além de poder ser conduzido durante época seca do ano, visando aumentar o giro de capital e a comercialização na entressafra, quando o preço pode atingir melhores cotações.

As vantagens desse sistema incluem mais rápido e eficiente crescimento do que nos animais criados com forragens por um determinado período de tempo (Notter et al., 1991). A terminação de cordeiros com forragens, ao invés de concentrado, resulta em carcaças de menor teor de gordura (Arnold & Meyer, 1988; Murphy et al., 1994) e reduzidos custos diários de produção, mas aumenta o número de dias necessários para atingir um determinado peso de abate (Notter et al., 1991).

Em qualquer processo de produção animal, a alimentação é fator preponderante para o sucesso do empreendimento. É o fator que mais onera os custos de produção de ovinos, especialmente daqueles mantidos em confinamento. Portanto, quanto mais se racionaliza na alimentação, maior será a eficiência do sistema de produção. No entanto, a melhoria do padrão e eficiência de crescimento na produção animal é um complexo biológico que envolve a interação de fatores hormonais, genéticos, metabólicos e nutricionais. Logo, a

formação de proteína pelos animais de produção e a sua utilização na alimentação humana não são um processo simples (Afonso et al., 2000).

Visando melhorar o desempenho produtivo dos animais, e principalmente melhorar o aproveitamento dos alimentos por intermédio da melhor eficiência alimentar, pode-se utilizar os ionóforos na dieta alimentar.

Segundo vários autores, o uso de ionóforos em dieta de bovinos de corte em confinamento demonstrou melhor eficiência alimentar, com a redução do consumo de alimentos, sem afetar desfavoravelmente a taxa de crescimento dos animais (Galyean et al., 1992; Clary et al., 1993)

No Brasil, a monensina sódica comercializada é adicionada à ração de gado de corte para melhorar o aproveitamento de energia dos alimentos e à ração de gado de leite para prevenir distúrbios metabólicos como timpanismo e acidose; este produto não traz nenhuma recomendação para a espécie ovina, seja para produção de carne, lã e/ou leite (praticamente não existem informações na literatura sobre os seus efeitos na terminação de ovinos) como a pasto e em confinamento.

Sendo assim, o objetivo desse ensaio foi avaliar os efeitos de teores crescentes de monensina sódica no desempenho produtivo de cordeiros em confinamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização do experimento

A pesquisa foi conduzida nas dependências no Setor de Ovinocultura da Fazenda Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa localizada na Linha Guará (Longitude: W 54° 01' 9,09" a W 54° 01' 45,15"; Latitude: S 24° 31' 42,17" a S 24° 32' 15,34"; Altitude: 420m), pertencente ao Núcleo de Estações Experimental (NEE/UNIOESTE) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná no município de Marechal Cândido Rondon – PR.

2.2 Animais, alimentação e manejo

Foram utilizados 16 ovinos, mestiços de Santa Inês, machos, com idade aproximada de quatro meses, com peso vivo médio de 21,02±0,78 kg. Os animais foram adaptados a dieta e ao manejo durante um período de 15 dias e a coleta de dados foi realizada após esse período (27 dias) e permaneceram confinados durante o período de 42 dias, compreendendo os meses de setembro a novembro de 2004, período este correspondente a fase de adaptação, coleta de dados e período total do experimento, respectivamente.

Os animais foram alojados em baias individuais de 2,5 m² com disponibilidade de comedouros e bebedouros para o consumo da ração experimental e água *ad libitum*. A alimentação foi fornecida mantendo a relação volumoso: concentrado 48:52 e o arraçoamento foi feito diariamente duas vezes (7:00 e 16:30 horas) e as sobras foram controladas para o cálculo do consumo permitindo sobras de aproximadamente 15% do peso total do alimento oferecido.

Os cordeiros foram vacinados contra a raiva e everminados (mediante exame parasitológico de fezes) antes de iniciar o período experimental.

Os animais foram pesados semanalmente para obtenção do ganho de peso total, ganho de peso diário e para se fazer o ajuste da ração.

Foi utilizado como volumoso feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) picado e concentrado a base de farelo de soja, grão de milho moído e suplemento mineral comercial na forma de dieta padrão, acrescida de monensina sódica conforme os tratamentos, formulada segundo recomendação do NRC (1985) para cordeiros em crescimento com potencial de ganho de peso de 250 a 300g/dia. A monensina sódica foi fornecida juntamente com 100 g do concentrado e após a sua ingestão pelos animais era fornecida a ração, objetivando a ingestão total do ionóforos.

As composições percentual e química da dieta padrão encontram-se apresentadas na Tabela 3.1.

TABELA 3.1. Composição percentual e química da dieta padrão (% MS)

INGREDIENTES	%
Feno de Tifton 85	48,00
Farelo de soja	18,10
Milho, grão moído	32,95
Suplemento mineral ¹	0,95
TOTAL	100,00
NUTRIENTES	%
Materia Seca	89,50
Proteína Bruta	18,06
Extrato Etéreo	2,36
Fibra em Detergente Neutro	46,64
Fibra em Detergente Ácido	29,40
Matéria Mineral	2,89

¹ Suplemento mineral comercial - Cada 1000 g contém: P 87 g; Ca 120 g; Na 147 g; Mn 1300 mg; S 18 g; Zn 3800 mg; Mo 300 mg; Cu 590 mg; Fe 1800 mg; I 80 mg; Co 40 mg; Cr 20 mg; Se 15 mg; F (máx) 870 mg.

2.3 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 16 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de ionóforos (monensina sódica), conforme segue:

T1) Dieta padrão + 0,0 mg/monensina/animal/dia;

T2) Dieta padrão + 25,0 mg/monensina/animal/dia;

T3) Dieta padrão + 50,0 mg/monensina/animal/dia, e

T4) Dieta padrão + 75,0 mg/monensina/animal/dia.

As variáveis analisadas foram consumo de ração, ingestão de matéria seca, ganho em peso diário, conversão alimentar em função da quantidade de matéria seca consumida e do ganho em peso dos animais, eficiência alimentar em função do ganho de peso e consumo de matéria seca. Foram ainda determinados, na dieta básica, os teores de MS, PB, EE, FDN, FDA e MM, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2000).

Os dados das variáveis respostas foram analisados pelo programa estatístico SISVAR (Sistema de Análises de Variância de dados Balanceados), descrito por Ferreira (2000), e foi utilizado o teste F com significância de 5% de probabilidade e o coeficiente de determinação com base no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

μ = média geral das observações;

t_i = efeito diferencial esperado do tratamento (i), com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ij} = erro experimental na j -ésima parcela com o nível de monensina i (tratamento) e que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

2.4 Análise econômica

A análise de orçamento parcial é utilizada para avaliar as mudanças esperadas nos custos e retornos pela introdução de algumas mudanças no sistema de produção. Neste experimento, a mudança pode ocorrer pela intensificação da produção, por alteração de tecnologia ou pelo aumento da eficiência. O orçamento parcial relata o conceito marginal em que apenas as mudanças são avaliadas. Nesta análise, apenas as mudanças na renda e os gastos são incluídos, não os valores totais. O resultado final é uma estimativa de ganho ou perda no benefício (lucro) (Gittinger, 1982; Jolly & Clonts, 1993).

A viabilidade econômica da mudança é calculada simplesmente com o total do ganho (receita) menos o total dos custos. As únicas variações ocasionadas pela adição da monensina que poderiam influenciar os custos de produção foram consumo de ração, ingestão de monensina e ganho em peso; as demais foram iguais para todos os cordeiros. A receita foi calculada com o peso do animal multiplicado pelo preço do quilograma do peso vivo do cordeiro praticado no mercado local e os custos, com a adição do gasto com ração mais os gastos com a adição da monensina.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ganho em peso médio diário

Na Tabela 3.2 são apresentados os dados de desempenho dos animais. Não houve efeito significativo dos teores crescentes de monensina no ganho em peso médio diário (GPD) dos cordeiros em confinamento. As médias observadas para essa variável são bastante semelhantes, embora os tratamentos que continham monensina apresentassem valores de 3,51 a 8,64% a mais em ganho de peso do que o grupo controle, tendo no nível intermediário de 50 mg de monensina a melhor média em ganho de peso no final dos 42 dias que corresponderam ao período experimental, sendo essa diferença de 8,64%. Tal média é semelhante ao que preconiza o NRC (1985) para cordeiros com crescimento moderado a rápido, com potencial em ganho de peso na faixa de 200 a 300 g/dia.

TABELA 3.2. Médias para peso inicial (PI), peso final (PF), ganho em peso médio diário (GPM), consumo médio de ração (CMR) e matéria seca (CMS) dos cordeiros em função dos teores de monensina na dieta

Variável	Tratamentos (mg/monensina/animal/dia)				CV (%)	Pr>F
	0	25	50	75		
PI (kg)	19,80	21,23	21,68	21,40	7,64	-
PF (kg)	27,23	29,09	29,81	29,10	7,33	0,1096
GPM (g/dia)	275	291	301	285	14,60	0,1004
CMR (kg)	1,188	1,171	1,156	1,143	5,80	0,7986
CMS (kg/dia)	1,064	1,048	1,034	1,023	5,80	0,7981

O ganho em peso diário dos cordeiros obtido nessa pesquisa se assemelha àqueles apresentados por Mendes et al. (2000), que observam ganhos de peso de 278 g/dia para cordeiros confinados por um período de 84 dias. Ao trabalharem com cordeiros “meio sangue” Suffolk x Corriedale, Corriedale x Hampshire Down, Bona et al. (1989) apresentaram dados em ganho de peso de 287 e 278 g/dia, respectivamente. Dados apresentados por Andriguetto & Cavassi (2002) mostram ganho em peso médio de cordeiros criados em confinamento superiores aos obtidos no presente trabalho, em que os animais mestiços Suffolk obtiveram GPD até de 418,13 em dieta com proteína protegida. No entanto, valores de GPD de cordeiros criados em sistema de confinamento inferiores a estes obtidos no presente experimento foram obtidos por Macedo et al. (1999) e Furuscho et al. (2000), com média de 144,0 e 199,7g, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cabral et al. (1999), que ao trabalharem com cordeiros cruzados (Texel x Corriedale) com idade entre quatro e cinco meses, todos machos inteiros com peso médio inicial de 19,53 kg recebendo, na dieta padrão, teores de 0, 7, 14 e 28 ppm do ionóforo salinomicina na forma de coccidiostático, proveniente de resíduo da cama de frango sobre o desempenho dos animais criados em sistema de confinamento, não observaram efeito significativo no ganho de peso dos cordeiros. Dados similares aos obtidos no presente trabalho foram apresentados por Fluharty et al. (1999), que ao trabalharem com cordeiros da raça Thargee tratados com lasalocida sódica, obtiveram GPD de 273g para os animais do grupo controle e de 291 para os animais que receberam 22 ppm desse ionóforo na dieta, sem que esses resultados fossem estatisticamente diferentes. Esses resultados corroboram os obtidos por Chavira et al. (2005), segundo os quais após 60 dias de confinamento de cordeiros mestiços Pelibuey vs Dorper com 19,9 kg de peso vivo recebendo 25 ppm de monensina não houve efeito significativo para GPD.

Em geral, os ganhos em peso médio dos cordeiros obtido nessa pesquisa são satisfatórios e seus valores estão de acordo com os encontrados na literatura para essa categoria animal.

3.2 Consumo de ração e de matéria seca

Não foram observados efeitos dos tratamentos no consumo médio de ração (CMR) nem no consumo de matéria seca (CMS). Os valores obtidos para essas variáveis se assemelham, embora numericamente se observe que à medida que aumentou a quantidade de monensina na dieta os consumos diminuiram, mas sem apresentar significância estatística. Em termos percentuais, comparando os tratamentos que tiveram o maior (controle) e o menor consumo (50 e 75 mg monensina/animal/dia), a diferença é de 2,82 e 3,85 %, respectivamente. Esses resultados se assemelham aos obtidos por Daugherty et al. (1986), que ao trabalharem com cordeiros confinados recebendo 25 mg de monensina/kg de ração, também não obtiveram efeito significativo no CMR e no CMS.

A redução no consumo de alimentos pode ter ocorrido em função da aversão pelos animais pelos alimentos com a presença de ionóforo (Baile et al., 1979). No entanto, na presente pesquisa, ao contrário da maioria dos trabalhos, o fornecimento da monensina foi efetuado antes de os cordeiros receberem as refeições; dessa forma, não associando o ionóforo ao alimento.

Depressão de 7,7% foi apresentada por Gill et al. (1976) em novilhos confinados que receberam 75 % de silagem de milho na MS. Campos Neto et al. (1995) citam que a monensina causou uma redução de 4,5% na IMS de vacas leiteiras. Oliveira (2003) também mencionou diminuições da ingestão de matéria seca ao redor de 4%. Outros autores, como Goodrich et al. (1984), relataram que em dietas com 40% de concentrado a monensina promovia a redução de até

6,4% na ingestão de alimentos. Diminuições do consumo também foram constatadas por Restle et al. (2001) ao fornecerem 13 mg de monensina/kg de MS a novilhas confinadas; no entanto, essa redução no consumo foi de apenas 1,7%.

Stock et al. (1995) relataram que a diferença no consumo alimentar entre os animais recebendo monensina e os testemunha decresceu à medida que o período de confinamento avançou, sendo que após 84 dias não houve diferença no consumo. No entanto, depressão na ingestão de matéria seca foi verificada por Salles & Lucci (2000), sem que esse menor consumo afetasse negativamente o ganho em peso dos animais que receberam a monensina. Já Cabral et al. (1999) apresentaram dados em que a dosagem de 28 ppm de salinomicina na dieta de ovinos confinados interferiu significativamente no consumo, com diferença de até 16,96% em relação ao controle.

Contrariando a maioria dos resultados, Salles & Lucci (2000) 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.

3.3 Conversão alimentar

Foi observada uma resposta quadrática, havendo, assim, efeito significativo ($P=0,0213$) nos resultados obtidos para conversão alimentar (CA); à medida que aumentou o emprego de monensina na dieta ocorreu uma melhora na conversão alimentar até o teor de 50 mg/animal/dia. Contudo, o valor dessa variável para o máximo nível de monensina foi melhor do que aqueles do grupo controle, ocorrendo, então, benefício do uso da monensina sódica em diminuir o consumo de alimento e a ingestão de matéria seca, sem interferir negativamente

no ganho em peso e melhorando a conversão alimentar dos cordeiros criados em confinamento (Figura 3.1).

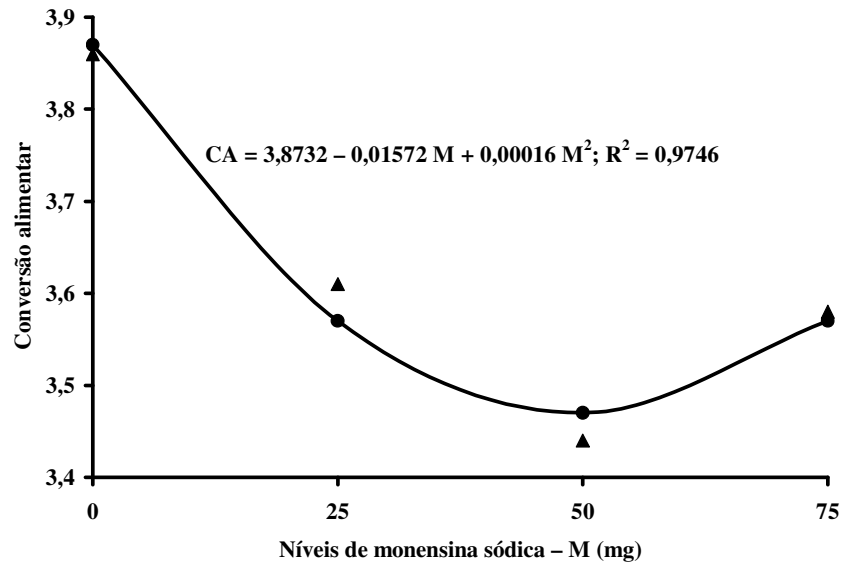


FIGURA 3.1. Conversão alimentar em função dos níveis de monensina na dieta.

Segundo Haddad & Lourenço (1977), parte da melhora na 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.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho foram apresentados por Merchen & Bergen (1985), que ao trabalharem com ovinos e bovinos considerando a quantidade máxima de 22 ppm de salinomicina, também constataram melhora na CA, e corroborados por Zinn (1986), que concluiu que a

salinomicina tem efeito sobre o metabolismo ruminal, apresentando aumento no propionato, diminuindo a energia perdida durante a fermentação do alimento e melhorando a conversão alimentar, fato atribuído à melhor eficiência de absorção dos nutrientes. Essa melhora também pode ser atribuída ao controle de microrganismos causadores de eimeriose-coccidiose no intestino delgado (Barragry, 1992) e à diminuição da fermentação ruminal da proteína alimentar, elevando, conseqüentemente, o aporte de peptídeos e aminoácidos no intestino delgado, bem como aumentando a digestibilidade (McGuffey et al., 2001).

Muwalla et al. (1998), ao avaliarem os efeitos da lasalocida e dos níveis de proteína no desempenho produtivo de cordeiros da raça Awassi, também observaram melhoria na conversão alimentar. Melhora na conversão alimentar de cordeiros (Texel x Corriedale) em confinamento recebendo salinomicina na dieta também foi relatada por Cabral et al. (1999).

Já Muwalla et al. (1994), ao trabalharem com cordeiros confinados recebendo 33 mg de monensina/animal/dia, não observaram efeito significativo sob essa variável. Resultados similares foram apresentados por Salles & Lucci (2000) com bovinos leiteiros. Ao estudarem os parâmetros relativos ao desempenho em confinamento de duas categorias de fêmeas bovinas de descarte da raça charolês, alimentadas com duas dietas, com inclusão ou não de monensina sódica na quantidade diária de 150 mg/animal, Restle et al. (2001) observaram que a monensina não interferiu significativamente na conversão alimentar. Já Oliveira (2003) obteve piora na conversão alimentar nas novilhas que receberam 42 mg de monensina em relação às que receberam 28 mg do mesmo ionóforo.

3.4 Eficiência alimentar

Foi observada significância estatística ($P=0,0291$) dos tratamentos na eficiência alimentar (EA), ou seja, para aumentar o ganho em peso foi ingerida menor quantidade de matéria seca, à medida que aumentou o teor de monensina na dieta até o nível de 50 mg/animal/dia, decrescendo a partir de então. No entanto, o emprego de 75 mg de monensina apresentou melhor eficiência alimentar que o grupo controle (Figura 3.2).

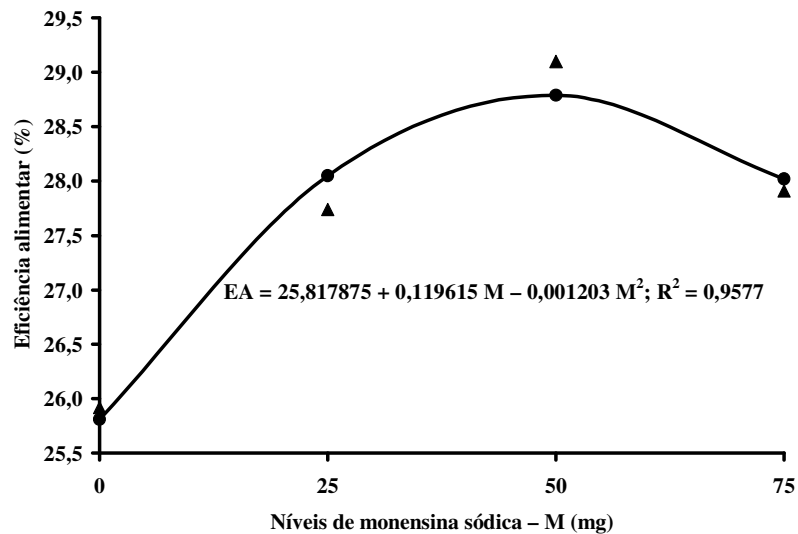


FIGURA 3.2. Eficiência alimentar em função de níveis de monensina na dieta.

Os animais que receberam a quantidade diária de 50 mg de monensina apresentaram uma melhora na eficiência alimentar de 10,35% em relação aos cordeiros do grupo controle. Melhora na eficiência também foi verificada por Potter et al. (1976) com bovinos de corte, que obtiveram aumento de 17% no

ganho de peso e também melhora de 20% na eficiência alimentar com suplementação de 200 mg de monensina.

A adição de monensina provoca seletividade da população microbiana, de forma que maior porcentagem molar de ácido propiônico seja produzida em detrimento dos ácidos acético e butírico. Quando a produção de gases residuais como o metano decresce, a fermentação do rúmen torna-se mais eficiente, incrementando a eficiência alimentar (Haddad & Lourenço, 1977), o que explicaria a melhoria na EA.

Hadjipanayiotou et al. (1988) também obtiveram resultados de melhoria na EA de 7,6% em cordeiros da raça Damascus recebendo 37,5 mg de lasalocida sódica/kg de MS. Dados semelhantes foram apresentados por Muwalla et al. (1998) utilizando o mesmo tipo de ionóforo, porém com cordeiros da raça Awassi.

Ao trabalharem com novilhos Aberdeen Angus em confinamento, Lana & Fox (2001) também apresentaram dados com significância estatística para essa variável, segundo os quais a monensina (22 mg/kg de MS) melhorou em 7,4% a eficiência alimentar de dietas contendo farelo de soja, não alterando a eficiência quando a dieta continha uréia, e piorou em 13% a EA de dietas contendo farelo de soja quando o óleo de soja foi adicionado à ração. De acordo com os dados publicados por Clary et al. (1993), a monensina não apresenta benefício sobre a EA quando a dieta é suplementada com lipídios. Outros autores relataram que a monensina melhorou significativamente a EA (Oscar et al., 1987). Restle et al. (2001) observaram que as novilhas foram mais eficientes que as vacas da raça Charolês na transformação da matéria seca consumida em ganho de peso quando terminadas em confinamento.

Já Chavira et al. (2005), ao trabalharem com cordeiros cruzas Pelibuey vs Dorper com 19,9 kg de peso vivo recebendo 25 ppm de monensina sódica, não observaram efeito significativo desse ionóforo na eficiência alimentar.

A análise de orçamento parcial foi utilizada, neste caso, por ser apropriada como avaliação econômica de determinada mudança no contexto estudado, no caso a adição da monensina, que poderia modificar a receita e o custo em relação ao tratamento controle. Segundo Shang (1990), a análise de orçamento parcial identifica e quantifica todos os ganhos e custos resultantes das mudanças realizadas; neste caso, utilizou-se a adição de monensina, mostrando se as mudanças realizadas resultam em resposta viável ou não economicamente com sua utilização. O enfoque principal desta análise foi mostrar se o aditivo utilizado ocasionou ou não benefício econômico.

A análise do orçamento parcial encontra-se na Tabela 3.3. Os tratamentos que continham monensina apresentaram maior receita e, por conseguinte, maior benefício. Os benefícios encontrados foram de R\$ 1,34; R\$ 2,17; e R\$ 0,74 pela adição, respectivamente, de 25; 50, e 75 mg de monensina/animal/dia em comparação com o controle. Estes dados viabilizam economicamente a utilização de monensina nas presentes condições, mostrando que o teor de 50 mg de monensina/animal/dia proporcionou maior benefício e retorno que os demais tratamentos com ionóforo.

TABELA 3.3. Análise de orçamento parcial

Itens	Tratamentos (mg de monensina sódica/kg de PV)			
	0	25	50	75
Receita parcial	24,25	25,60	26,50	25,10
Custo parcial	10,04	10,05	10,12	10,15
Lucro parcial	14,21	15,55	16,38	14,95
Benefício em relação ao controle	-	1,34	2,17	0,74

(Preço do kg/PV do cordeiro de R\$ 4,00)

Receita parcial = ganho em peso vivo do animal x preço do kg/PV do cordeiro

Custo parcial = custo da ração + custo do Rumensin®

Lucro parcial = receita parcial – custo parcial (R\$/cordeiro)

4 CONCLUSÕES

A monensina sódica não alterou o consumo nem o ganho de peso dos cordeiros, porém melhorou a conversão e a eficiência alimentar dos animais confinados, com melhor resposta no teor de 50 mg/animal/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.A.B. et al. Características e indicações clínicas dos ionóforos para ruminantes. **Revista CFMV**, Brasília, v.6, n.20, p.29-36, maio/jun./jul./ago. 2000. Suplemento Técnico.

ANDRIGUETTO, J.L.; CAVASSI, E. Proteína protegida de soja e o desempenho de cordeiros em confinamento. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.7, n.1, p.49-55, 2002.

ARNOLD, A.M.; MEYER, H.H. Effects of gender, time of castration, genotype and feeding regimen on lamb growth and carcass fatness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.10, p.2468-2475, Oct. 1988.

BAILE, C.A. et al. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.48, n.6, p.1501-1508, 1979.

BARRAGRY, T.B. Treatment of coccidiosis in lambs. **Irish Veterinary News**, v.14, n.1, p. 18-20, 1992.

BONA, F.A. et al. Cruzamento na pecuária ovina no Estado do Paraná. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.11, n.1, p.293-296, 1989.

CABRAL, M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de salinomicina sobre o desempenho e funções enzimáticas de ovinos em regime de confinamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n. 4, p.968-972, out./dez. 1999.

CAMPOS NETO, O.; RAMOS, A.A.; ESCOBAR, M.J. Avaliação da monensina sódica em vacas leiteiras. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.268-273, maio/ago. 1995.

CHAVIRA, S.J. et al. Effect of ionophore supplementation and trenbolone implanto n growth and carcass characteristics of lambs. **Journal of Applied Animal Research**. v.28, n.1, p.49-52, Sept. 2005.

CLARY, E.M. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digest kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.11, p.3115-3123, Nov. 1993.

DAUGHERTY, M.S. et al. Vitamin B12 and monensin effects on performance, liver and serum vitamin B12 concentrations and activity of propionate metabolizing hepatic enzymes in feedlot lambs. **Journal of Animal Science**. v.62, n.2, p.452-463, Feb., 1986.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análises estatísticas para dados balanceados**. Lavras:UFLA/DEX, 2000. Programa de computador.

FLUHARTY, F.L. et al. Energy source and ionophore supplementation effects on lamb growth, carcass characteristics, visceral organ mass, diet digestibility, and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.4, p.816-823, Apr. 1999.

FURUSCHO, I.F.G. et al. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.564-572, mar./abr. 2000.

GALYEAN, M.L.; MALCOLM, K.J.; DUFF, G.C. Performance of feedlot steers fed diets containing laidlomycin propionate or monensin plus tylosin, and effects of laidlomycin propionate concentration on intake patterns and ruminal fermentation in beef steers during adaptation to a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.70, n.10, p.2950-2958, Oct. 1992.

GILL, R.D.; MARTIN, J.R.; LAKE, R. High, medium and low corn silage diets and without monensin for feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.2, p.363-368, Feb. 1976.

GITTINGER, J.P. **Economic analysis of agricultural projects**. London: The Johns Hopkins University, 1982. 505p.

GOODRICH, R.D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1484-1498, June 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.

HADJIPANAYIOTOU, M.; PAPACHRISTOFOROU, C.; ECONOMIDES, S. Effects of lasalocid on growth, nutrient digestibility and rumen characteristics in chios lambs and Damascus kids. **Small Ruminant Research**, v.1, n.3, p.217-227, Sept. 1988.

JOLLY, C.M.; CLONTS, H.A. **Economics of aquaculture**. Australia: Food Products, 1993. 319 p.

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**, Viçosa, v.30, n.1, p.247-253, jan./fev. 2001.

MACEDO, F.A.F.; SIQUEIRA, E.R.; MARTINS, E.N. Desempenho de cordeiros Corriedale puros e mestiços, terminados em pastagem e em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.6, p.583-587, dez. 1999.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.84, p.E194-E203, 2001. E Supplement.

MENDES, C.Q.; PEREIRA, E.M.; SUSIN, I. Efeito do uso de monensina em dietas com alto concentrado sobre o desempenho de cordeiros confinados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 8., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP/ESALQ, 2000.CD-ROM.

MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L. Effect of salinomycin level on nutrient digestibility and ruminal characteristics of sheep and feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n.5, p.1338-1346, May 1985.

MUWALLA, M.M.; ABO-SHEHADA, M.N.; TAWFIQ, F. Effects of monensin on daily gain and natural coccidial infection in Awassi lambs. **Small Ruminant Research**. v.13, n.2, p.205-209, Mar. 1994.

MUWALLA, M.M.; HARB, M.Y.; CROSBY, T.F. Effects of lasalocid and protein levels on the performance of Awassi lambs. **Small Ruminant Research**. v.28, n.1, p.15-22, abr. 1998.

MURPHY, T.A. et al. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.12, p.3138-3144, Dec. 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6th.ed. Washington, DC: National Academy, 1985. 99p.

NOTTER, D.R.; KELLY, R.F.; McCLAUGHERTY, F.S. Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production. II. Lamb growth, survival and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.1, p.22-33, Jan. 1991.

OLIVEIRA, M.V.M. **Utilização do ionóforo monensina sódica na alimentação de ruminantes**. 2003. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OSCAR, T.P.; SPEARS, J.W.; SHIH, J.C.H. Performance, methanogenesis and nitrogen metabolism of finishing steers fed monensin and nickel. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.3, p.887-896, Mar. 1987.

POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.3, p.665-669, 1976.

RESTLE, J. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1801-1812, nov./dez. 2001.

RODRÍGUEZ, J.M.P.; MUÑOZ, S.S.G. Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. **Interciencia**. v.25, n.8, p.379-385, nov. 2000.

SALLES, M.S.V.; LUCCHI, C.S. Monensina para bezerros em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.573-581, mar./abr. 2000.

SHANG, Y.C. **Aquaculture economic analysis: an introduction**. Hawaii: University of Hawaii, 1990.211p. 1990.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2000. 235p.

STOCK, R.A. et al. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.1, p.39-44, Jan. 1995.

ZINN, R.A. Effect of salinomycin supplementation on characteristics of digestion and feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, p.1996-2004, 1986.

CAPÍTULO IV

DESEMPENHO DE CORDEIROS SUPLEMENTADOS A PASTO COM MONENSINA SÓDICA

RESUMO

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Desempenho de cordeiros suplementados a pasto com monensina sódica. In: _____. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos**. 2005. Cap.4, p.80-102. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Este experimento foi conduzido para avaliar o efeito do ionóforo adicionado ao suplemento concentrado, nos níveis de 0; 25; 50 e 75 mg de monensina/animal/dia, no desempenho de ovinos. Foram utilizados 16 cordeiros mestiços, machos, inteiros, com idade de quatro meses e peso médio vivo inicial de $17,85 \pm 1,84$ kg, mantidos em pastagem de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), usando um delineamento inteiramente ao acaso. Estimativas da biomassa e da qualidade da forragem foram realizadas. A adição de monensina sódica não afetou significativamente o consumo do suplemento concentrado. Os ganhos de peso médio dos cordeiros não foram estatisticamente influenciados pelos tratamentos, porém foram considerados elevados. A monensina sódica não causou redução no consumo nem alterou o ganho de peso dos animais criados a pasto.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (orientador); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

ABSTRACT

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Performance of pasture-supplemented lambs with sodium monensin. In: _____. **Evaluation of the ionophore sodium monensin in intake, digestibility, weight gain and ruminal pH in sheep.** 2005. Cap. 4, p. 80-102. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

This experiment was conducted to evaluate the effect of the ionophore added to the concentrate supplement at the levels of 0; 25; 50 and 75 mg of monensin/animal/day on the performance of sheep raised from pasture. 16 lambs, male, crossbred, un castrated of four months of age and initial average live weight of 17.85 ± 1.84 kg, maintained on Tifton 85 (*Cynodon spp.*) pasture using a completely randomized design. Estimates of the biomass and of the quality of the forage were accomplished. The addition of sodium monensin did not significantly affect the intake of concentrate intake. The lambs' average weight gains were not statistically influenced by the treatments, but they, were considered elevated. Sodium monensin did not either cause reduction in intake or alter the pasture raised animals' weight gain.

¹ **Guidance committee:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (Adviser); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Os atuais sistemas de criação voltados para a produção de carne ovina passam a enfrentar o desafio de reduzir a sazonalidade de oferta de cordeiro para o abate, determinada pelas estacionalidades reprodutivas e de forragem. No período seco, há redução significativa na capacidade de suporte da vegetação nativa e na qualidade de forragem disponível. Este fato, associado à falta de suplementação e à não separação das categorias animais em seus diferentes estados fisiológicos, levando à concorrência pelo uso da forragem disponível, conduz ao lento desenvolvimento ponderal das crias, à elevada taxa de mortalidade de animais jovens e à idade tardia ao abate.

A decisão de engordar ovinos em sistema de pastejo utilizando suplementação com concentrado dependerá não só da condição particular da região e/ou propriedade, mas também do mercado. A implementação deste sistema pode viabilizar o abate de animais mais jovens, com carcaça de melhor qualidade, além de poder aumentar a capacidade de suporte da pastagem, aumentando, assim, a quantidade de carne produzida por hectare e em menor tempo.

Numerosas pesquisas têm indicado que a suplementação em dietas à base de forragem de baixa qualidade pode melhorar o desempenho produtivo dos animais (DelCurto et al., 1990 e Prohmann et al., 2004).

A suplementação melhora a qualidade da dieta de diferentes categorias animais em suas diversas fases, satisfazendo suas necessidades e promovendo aumento de peso, sendo considerada uma alternativa para a engorda de ovinos. Além da suplementação, alguns aditivos têm sido utilizados na alimentação animal para melhorar seu desempenho produtivo, entre eles ionóforos como

monensina, lasalocida, narasina salinomicina, entre outros, os quais em sua maioria são produtos da fermentação de vários *actomicetos*.

Os estudos realizados com os ionóforos têm registrado diminuição na ingestão de alimentos, melhoria na conversão alimentar e modificações nos produtos finais da fermentação ruminal, aumentando a proporção molar de ácido propiônico em relação ao acético e butírico e disponibilizando maior energia dos alimentos para o aproveitamento dos animais (Broderick, 2004).

Os trabalhos de pesquisa mostram que o uso de ionóforos fornecido via suplemento para animais em pastagem tem apresentado resultados variados (Potter et al., 1976; Restle et al., 1999; Roso & Restle, 2001) e são feitos principalmente com bovino de corte e gado de leite, não trazendo nenhuma recomendação para ovinos. Sendo assim, objetivou-se avaliar o uso de monensina sódica no desempenho produtivo de ovinos suplementados a pasto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização do experimento

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Ovinocultura da Fazenda Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, localizada na Linha Guará (Longitude: W 54° 01' 9,09" a W 54° 01' 45,15"; Latitude: S 24° 31' 42,17" a S 24° 32' 15,34"; Altitude: 420 m), pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (NEE/UNIOESTE), no município de Marechal Cândido Rondon – PR.

2.2 Animais, manejo e instalações experimentais

Foram utilizados dezesseis cordeiros, machos, sem padrão racial definido, oriundos de uma mesma fazenda, com idade aproximada de quatro meses e peso vivo médio de $17,85 \pm 1,84$ kg ao início do experimento, identificados individualmente por brincos. Os animais permaneceram em uma área de pastagem já estabelecida de Tifton 85 *Cynodon spp.* com aproximadamente 0,5 ha durante um período de 62 dias, entre os meses de julho a setembro de 2004.

Antes do início do experimento os cordeiros foram everminados, mediante análise parasitológica de fezes, submetidos a um período pré-experimental de adaptação à dieta contendo a monensina, ao manejo durante 20 dias e 42 dias e destinados à coleta de dados. Nesta área, os animais tiveram disponibilidade de bebedouro para consumo de água *ad libitum*.

Os animais permaneciam no pasto das 5:00 às 11:00 horas da manhã, quando eram recolhidos para uma instalação próxima à área da pastagem para

receberem o suplemento concentrado contendo os tratamentos até aproximadamente 12:00 horas, e depois voltavam a ter acesso ao pasto, sendo recolhido no final da tarde, às 18:30 horas, para as baias individuais, onde pernoitavam.

Foi utilizada uma instalação próxima da área de pastagem, constituída de baias individuais com disponibilidade de comedouro e bebedouro, na qual os animais recebiam o suplemento e os teores de monensina sódica conforme os tratamentos. O aprisco continha também balança para pesagem dos animais, que era efetuada semanalmente, sempre no mesmo horário, antes de os animais terem acesso ao pasto. Esse procedimento era necessário em função de fazer o ajuste do suplemento e para a obtenção do ganho em peso médio e total dos cordeiros.

O suplemento concentrado foi constituído de farelo de soja, grão de milho moído, torta de algodão, casca de soja e mistura mineral comercial¹ e formulado segundo recomendações do NRC (1985) para cordeiros em crescimento. O suplemento foi fornecido aos animais numa quantidade de 2,0% do peso vivo e sua formulação e cálculo foram obtidos após análise química dos pastos. A monensina sódica era adicionada no momento do fornecimento do concentrado de acordo com os tratamentos.

A composição percentual do concentrado é apresentada na Tabela 4.1 e os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e minerais, na Tabela 4.2.

TABELA 4.1. Composição percentual do concentrado (% na matéria natural)

Ingredientes	%
Farelo de soja	26,03
Torta de algodão	15,00
Grão de milho moído	33,05
Casca de soja	25,00
Mistura mineral	0,92
TOTAL	100,00

¹ Suplemento mineral comercial - Cada 1000 g contém: P 87 g; Ca 120 g; Na 147 g; Mn 1300 mg; S 18 g; Zn 3800 mg; Mo 300 mg; Cu 590 mg; Fe 1800 mg; I 80 mg; Co 40 mg; Cr 20 mg; Se 15 mg; F (máx) 870 mg.

TABELA 4.2 Composição química do concentrado (% da MS)

Nutrientes	Concentrado (suplemento)
MS	89,50
PB	21,54
FDN	31,60
FDA	20,84

Laboratório de Nutrição Animal – CCA/UNIOESTE.

Foram analisados o consumo médio do suplemento concentrado e o ganho em peso médio diário dos animais.

As avaliações das forragens (estimativas de biomassa residual de MS e da taxa de acúmulo diário de MS) foram realizadas no início do experimento, 30

dias após e ao término da pesquisa, nas seguintes datas: 23/07, 27/08 e 10/09, respectivamente.

O acúmulo de MS no período experimental foi calculado multiplicando o valor de taxa de acúmulo diário pelo número de dias do período.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV, utilizando a seguinte fórmula:

$$TL = \frac{UAt}{\text{Área}}$$

Em que:

TL = taxa de lotação, em UA/ha;

UAt = unidade animal total;

Área = área experimental total, em ha.

O cálculo da oferta de forragem (OF) foi realizado de acordo com a seguinte fórmula:

$$OF = \left[\frac{(BRD + TAD)}{PV} \right] \times 100$$

Em que:

OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PV/dia;

BRD = biomassa residual diária, em kg MS/ha/dia;

TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia;

PV = peso vivo dos animais, em kg/ha.

Foram utilizadas as amostras coletadas na dupla amostragem utilizando-se um quadrilátero de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²), lançado aleatoriamente na área da pastagem. Analisou-se o teor de proteína bruta (PB) utilizando-se metodologia descrita por Silva & Queiroz (2000).

2.3 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 16 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram de diferentes teores de ionóforos (monensina sódica), conforme segue:

T1) Controle (Pasto + 0,0 mg/monensina/animal/dia no concentrado);

T2) Pasto + 25,0 mg/monensina/animal/dia no concentrado;

T3) Pasto + 50,0 mg/monensina/animal/dia no concentrado; e

T4) Pasto + 75,0 mg/monensina/animal/dia no concentrado.

Os dados das variáveis respostas foram submetidos à análise estatística de regressão pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000) e foi utilizado o teste F com significância de 5% de probabilidade e o coeficiente de determinação com base no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

μ = média geral das observações;

t_i = efeito diferencial esperado do tratamento (i), com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ij} = erro experimental na j -ésima parcela com o nível de monensina i (tratamento) e que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Foi realizada análise de orçamento parcial (Gittinger, 1982; Jolly & Clonts, 1993), em que o resultado final traz uma estimativa de ganho ou perda no benefício (lucro).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4.3 são apresentadas as principais variáveis avaliadas na pastagem.

Observa-se que a taxa de lotação, a oferta de forragem e o teor de PB não apresentaram grandes variações durante o período experimental, isso em função de os animais atingirem peso ideal para o abate de forma precoce, ocupando a área de pastagem por um período de apenas 42 dias, observando-se, então, que os animais tiveram as mesmas condições de alimentação durante o período estudado. A oferta de forragem média do período experimental ficou acima de 4000 kg de MS/ha, valor considerado satisfatório, sendo superior aos registrados em vários trabalhos (Potter et al., 1986; Paisley et al., 1999 e Cunha, 2002). A qualidade da forragem expressa pelo teor de PB é considerada satisfatória, semelhante aos resultados obtidos por Postiglioni & Messias (1999) no final do ciclo da pastagem.

TABELA 4.3. Taxa de lotação (TL), oferta de forragem (OF) e teor de proteína bruta (PB) da forragem durante o experimento

Item	Dias (período experimental)			Média
	30/07	27/08	10/09	
TL (UA/ha)	1,14	1,36	1,59	1,36
OF (kg MS ha ⁻¹ dia/100 kg PV)	1,01	1,20	1,43	1,21
PB (% MS)	10,38	10,19	10,79	10,45

Os resultados referentes ao ganho de peso e consumo de concentrado são apresentados na Tabela 4.4.

TABELA 4.4. Médias para peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPD), consumo médio de ração concentrado (CRC), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) de cordeiros suplementados com a monensina sódica em pastagem de Tifton 85

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	Média	Pr>F
	(mg de monensina/animal/dia)						
	0	25	50	75			
PI (kg)	18,00	16,72	18,00	18,67	11,77	17,85	-
PF (kg)	25,75	23,92	25,37	24,67	13,59	24,93	0,972
GPD (g)	184,5	171,5	175,5	143,0	12,54	168,62	0,699
CRC (g/dia)	301,8	265,2	259,2	214,6	13,01	260,25	0,722

O tratamento controle apresentou, numericamente, o maior ganho em peso médio diário, da ordem de 41,5 e 13,0 g/dia a mais, comparado aos tratamentos com teores de monensina, com valores de 75 e 25 mg/animal/dia, respectivamente, e apenas de 9 g/dia em relação à adição de 50 mg/animal/dia do ionóforo, sem que esse incremento no ganho em peso apresentasse efeito significativo entre os tratamentos.

Os resultados obtidos nesse experimento foram satisfatórios, sendo esses valores superiores aos apresentados por Pilar et al. (1994), que obtiveram ganhos médios diários de apenas 83 g de peso vivo para animais da raça Corriedale. No entanto, ao trabalharem com ovinos de diferentes grupos genéticos em pastagem natural no estado do Rio Grande do sul, esses mesmos autores apresentaram valores de 148, 142, 136, 131 g de peso vivo médio diário para os grupos Ile de France, Border x Corriedale, Hampshire Down e Texel, respectivamente.

Huston et al. (1990), ao trabalharem com 60 cordeiros da raça Rambouillet e 56 caprinos da raça Angorá criados a pasto e tratados com a

adição de monensina e lasalocida sódica no concentrado, não observaram efeito significativo para ambas as espécies. No entanto, o ganho em peso médio diário dos cordeiros que receberam 33 mg monensina/animal foi superior ao dos que receberam 66 mg (106 *vs* 78 g) e apresentou maior ganho em peso do que aqueles que receberam lasalocida nos mesmos teores na dieta (88 *vs* 98 g). Comportamento semelhante foi observado com animais da espécie caprina (114 *vs* 108 g) quando se utilizou monensina sódica e 91 *versus* 93 g de ganho em peso médio diário com a lasalocida. Esses resultados apresentaram valores médios inferiores aos observados no presente trabalho. Isto provavelmente ocorreu em função da forragem e do suplemento utilizados nessa pesquisa, que apresentaram teores de proteína brutas superiores aos utilizados na pesquisa dos autores acima citados, que foram de 6 e 15,7 % de PB, respectivamente.

Os resultados obtidos nesse experimento assemelham-se aos averiguados por Fluharty et al. (1999), que ao trabalharem com cordeiros da raça Targhee e cruzas Targhee x Hampshire Down, não observaram efeito significativo da adição ou não do ionóforo lasalocida sódica no ganho de peso médio diário, conversão alimentar e eficiência alimentar dos cordeiros mantidos em pastagem de alfafa. Convém salientar que os ganhos em peso médio obtidos do referido experimento foram superiores aos obtidos no presente trabalho (282 *vs* 168,62 g/animal/dia). Tais valores tiveram essa superioridade em função de ter sido usada alfafa como volumoso e alto teor de concentrado, com teor de PB superior a 30%, resultados corroborados por Tatum et al. (1988); McClure et al. (1994) e Murphy et al. (1994). Já Santra et al. (2002) ao trabalharem com cordeiros da raça Malpura, Awassi x Malpura e Polled recebendo suplemento concentrado a pasto, os quais obtiveram valores em GPD de 128,5; 169,7 e 149,1 g/dia, respectivamente. Esses valores são imediatamente inferiores aos obtidos na presente pesquisa, o que provavelmente ocorreu em função de os teores de PB,

tanto da forragem quanto do concentrado, terem sido superiores aos obtidos no trabalho dos supracitados autores.

Em trabalho realizado para avaliar o efeito da lasalocida sódica adicionada ao sal comum e usada como suplemento no desempenho de fêmeas de corte com idade de 10 meses e peso médio inicial de 200 kg, mantidas em pastagem cultivada com gramíneas anuais de estação fria, Roso & Restle (2001) não observaram efeito significativo da adição desse ionóforo no ganho de peso diário. Resultados semelhantes também foram obtidos por Utley et al. (1978) com ou sem a inclusão de ionóforos (monensina sódica) para novilhas em pastagem de azevém suplementadas com milho; por Berger et al. (1981), que também não encontraram diferença no ganho de peso médio diário em animais que receberam ou não ionóforos na dieta; e por Restle et al. (1999), que usando novilhos em pastagem de aveia mais azevém suplementados com milho triturado, obtiveram ganhos de 1,457 e 1,577 kg com ou sem lasalocida sódica, respectivamente.

Avaliando a suplementação de monensina sódica via sal mineral para novilhos mantidos em pastagem de colômbio, Andrade et al. (1996) também não encontraram efeito significativo no ganho de peso dos animais que receberam o ionóforo. Resultados semelhantes também foram demonstrados por Restle et al. (1999), que ao trabalharem com novilhas cruzas Charolês x Nelore na fase de terminação em pastagem de aveia preta + azevém, utilizando dois níveis de suplementação, associados ou não à lasalocida sódica, não observaram efeito significativo entre o nível de suplementação e o uso ou não da lasalocida para ganho de peso médio diário. Por outro lado, existem trabalhos (Potter et al., 1976; Boling et al., 1977; Spears & Harvery, 1984) nos quais foram constatados maiores ganhos de peso médio diário em animais suplementados com lasalocida sódica ou monensina sódica em pastagem cultivada quando comparados aos não suplementados.

Horn et al. (2005), ao avaliarem os efeitos da monensina sobre a ingestão do suplemento e o ganho do peso vivo em bovinos mantidos em pastagem de trigo de inverno, observaram que a adição da monensina diminuiu o consumo diário do suplemento. Os autores esclarecem ainda que os ganhos em pesos foram similares, mas maiores ganhos foram obtidos com os animais que consumiram menores quantidades de suplemento contendo monensina em comparação com aqueles que consumiram maiores quantidades de um suplemento similar sem monensina; resultados semelhantes também foram averiguados por Paisley et al. (1999).

Potter et al. (1986) conduziram uma série de ensaios experimentais para avaliar o efeito da monensina no desempenho produtivo de gado de corte, adicionando 200 mg/monensina/dia às quantidades limitadas do concentrado suplementar para o gado mantido a pasto, e obtiveram resultados em que a adição da monensina ao suplemento aumentou o ganho diário em todas as 24 experimentações por uma média de 0,9 kg/dia (+16,3%), melhorando a eficiência alimentar em todos as pesquisas experimentais.

Parrott et al. (1990), numa série de experimentos em que foram utilizados 2.262 bois e bezerras com o objetivo de avaliar o desempenho animal recebendo monensina sódica através de uma cápsula de liberação (dispositivo ruminal) em pastagem nativa de verão e pastos de inverno (centeio e trigo), observaram um incremento de até 0,8 kg/dia em comparação com o tratamento controle, havendo apenas um manejo maior, através da mão-de-obra, na inclusão desse dispositivo com a monensina, o que, entretanto, é um método eficaz para se obter maior ganho de peso.

Várias experimentações foram conduzidas utilizando bezerras e bois em pastejo em vários tipos de forragem (grama nativa, capim Bermuda, resíduos de colheitas, trigo de inverno) recebendo, na dieta, um pouco de suplemento com ou sem ionóforos, com significativo aumento no ganho de peso médio diário, da

ordem de mais de 10%, se comparados com aqueles não tratados com ionóforos (Rouquette Jr. et al., 1980; Spears & Harvey, 1984; Anderson & Horn, 1987). No entanto, Zinn (1988) observou que bovinos alimentados com adição de monensina na dieta apresentaram menores consumos de alimentos, bem como depressão no ganho em peso vivo dos animais se comparados com o grupo controle.

Embora se observe redução no consumo do suplemento concentrado de 28% entre o tratamento controle e o que continha o maior teor de monensina (75 mg/animal/dia), esses valores não foram estatisticamente diferentes. Existe uma série de fatores que interferem no consumo de alimentos do animal a pasto, entre eles o estágio vegetativo da forragem, o teor de umidade da espécie forrageira, o ambiente e a individualidade animal. O fator que mais provavelmente levou à não observação de efeito significativo sobre essa variável foi o número reduzido de animais utilizados no experimento.

Nussio et al., (2003), ao avaliarem os efeitos do fornecimento de grão processados (laminados a vapor e floculados) e monensina sódica em dietas de bezerros holandeses, também não observaram efeito significativo do uso desse ionóforo nem no tipo de grão no consumo de concentrado.

Ao estudarem a interação dos níveis de forragem (10 e 20%) e da monensina sódica (0 vs 28 mg/kg de MS) sobre o desempenho produtivo de gado de corte, Zinn et al. (1994) não observaram efeito da interação dos níveis de forragem e da monensina sódica sobre o consumo de matéria seca. Já Goodrich et al. (1984), analisando os resultados de 228 testes, encontraram redução média de 6,4% no consumo de alimentos nos animais que receberam monensina na dieta. Menores consumos de MS por animais que receberam ionóforos também foram constatados por Perry et al. (1976), Potter et al. (1976) e Berger et al. (1981).

Os valores referentes à análise do orçamento parcial podem ser visualizados na Tabela 4.5. Os tratamentos que continham monensina sódica na dieta apresentaram maior receita e, por conseguinte, maior benefício. Para os tratamentos que continham monensina (25; 50 e 75 mg), os benefícios encontrados foram de R\$ 0,84; R\$ 1,48 e R\$ 0,22, respectivamente, para cada animal, em comparação com o controle. Estes dados viabilizam economicamente a utilização de monensina nas condições em que se realizou o ensaio, mostrando que a adição diária de 50 mg de monensina apresentou maior benefício e retorno que os demais tratamentos com ionóforo.

TABELA 4.5. Análise de orçamento parcial

Itens	Tratamentos (mg de monensina/animal/dia)			
	0	25	50	75
Receita Parcial	31,00	28,80	29,48	24,00
Custo Parcial	25,30	22,26	21,80	18,08
Lucro Parcial	5,70	6,54	7,58	5,92
Benefício em relação ao controle	-	0,84	1,98	0,22

(preço do kg/PV do cordeiro de R\$ 4,00)

Receita parcial = Ganho em PV do animal x preço do kg/PV do cordeiro

Custo parcial = Custo do suplemento + Custo do Rumensin®

Lucro parcial = Receita parcial – Custo parcial (R\$/cordeiro)

4 CONCLUSÕES

A adição da monensina sódica no suplemento concentrado não causou redução no consumo de alimentos nem no ganho de peso dos cordeiros criados a pasto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M.A.; HORN, G.W. Effect of lasalocid on weight gains, ruminal fermentation and forage intake of stocker cattle grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, p.865-871, 1987.

ANDRADE, V.J. et al. Monensina na terminação de novilhos mestiços zebus x angus, a pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.23-27.

BERGER, L.L.; RICKE, S.C., FAHEY, G.C. Comparison of two forms and two levels of lasalocid with monensin on feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.53, n.6, p.1440-1445, Jun. 1981.

BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; CAMPBELL, L.D. Monensin levels for growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.44, n.5, p. 867-871, 1977.

BRODERICK, G.A. Effect of low Level monensin supplementation on the production of dairy cows fed alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.87, n.2, p.359-368, Feb. 2004.

CUNHA, W.F. **Métodos indiretos para estimativa de massa de forragem em pastagem de *Cynodon spp.*** 2002. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DELCURTO, T. et al. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.2, p.532-542, Feb. 1990.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análises estatísticas para dados balanceados**. Lavras:UFLA/DEX, 2000. Programa de computador.

FLUHARTY, F.L. et al. Energy source and ionophore supplementation effects on lamb growth, carcass characteristics, visceral organ mass, diet digestibility, and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.4, p.816-823, Apr. 1999.

GITTINGER, J.P. **Economic analysis of agricultural projects**. London: The Johns Hopkins University, 1982. 505p.

GOODRICH, R.D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1484-1498, June 1984.

HORN, G.W. et al. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.83, n.1, p.69-78, Jan. 2005

HUSTON, J.E.; ENGBAHL, B.S.; CALHOUN, M.C. Effects of supplemental feed with or without ionophores on lambs and Angora kid goats on rangeland. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.12, p. 3980-3986, Dec. 1990.

JOLLY, C.M.; CLONTS, H.A. **Economics of aquaculture**. Australia: Food Products, 1993. 319p.

McCLURE, K.E.; VAN KEUREN, R.W.; ALTHOUSE, P.G. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchardgrass, ryegrass, or alfalfa or fed allconcentrate diets in drylot. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.12, p.3230-3237, Dec. 1994.

MURPHY, T.A. et al. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.12, p.3138-3144, Dec. 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6th.ed. Washington: National Academy, 1985. 99p.

NUSSIO, C.M.B. et al. Parâmetros de fermentação e medidas morfométricas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (Floculado vs. Laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1021-1031, jul./ago. 2003.

PAISLEY, S.I.; HORN, G.W.; ACKERMAN, C.J. Effects of implants on daily gains of steers wintered on dormant native tallgrass prairie, subsequent performance, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.2, p.291-299, Feb. 1999.

PARROTT, J.C. et al. The effect of a monensin ruminal delivery device on performance of cattle grazing pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.9, p.2614-2621, Sept. 1990.

PERRY, T.W. et al. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.3, p. 665-669, 1976.

PILAR, R.C.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Desempenho em confinamento e componentes de peso vivo de diferentes genótipos de ovinos abatidos aos doze meses de idade. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.607-612, 1994.

POSTIGLIONI, S.R.; MESSIAS, D.C. Potencial forrageiro de quatro cultivares do gênero *Cynodon* na região dos Campos Gerais do Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1999. p.439-141.

POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on performance of cattle feed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.3, p.665-669, 1976.

POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on the performance of cattle on pasture or fed harvested forages in confinement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, n.3, p.583-592, Mar. 1986.

PROHMANN, P.E.F. et al. Suplementação de bovinos em pastagens de *Coastcross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) no inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.801-810, jul./ago. 2004.

RESTLE, J. et al. Suplementação associada com lasalocida para novilhos em terminação em pastagem cultivada de inverno. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.3, p.555-559, maio/jun. 1999.

ROSO, C.; RESTLE, J. Lasalocida sódica suplementada via sal para fêmeas de corte mantidas em pastagem cultivada de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.830-834, maio/jun. 2001.

ROUQUETTE Jr. F.M. et al. Effect of monensin on gain and forage utilization by calves grazing bermudagrass. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, p.521-525, 1980.

SANTRA, A.; KARIM, S.A.; CHATURVEDI, O.H. Effect of concentrate supplementation on nutrient intake and performance of lambs of two genotypes grazing a semiarid rangeland. **Small Ruminant Research**, v.44, n.1, p.37-45, Apr. 2002.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2000. 235p.

SPEARS, J.W.; HARVEY, R.W. Performance, ruminal and serums characteristics of steers feed lasalocid on pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.2, p.460-464, Feb. 1984.

TATUM, J.D. et al. Influence of diet on growth rate and carcass composition of steers differing in frame size and muscle thickness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.8, p.1942-1954, Aug. 1988.

UTLEY, P.R.; NEVILLE JR.; W.E.; MCCORMICK, W.C. Monensin fortified corn supplements in combination with testosterone-estradiol implants and vaginal devices for finishing heifers on pasture. **Journal of animal Science**, Champaign, v. 47, n. 6, p. 1239-1242, 1978.

ZINN, R.A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. **Journal of animal Science**, Champaign, v.66, n.1, p. 213-227, 1988.

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**, Champaign, v.72, n.9, p.2209-2215, Sept. 1994.

CAPÍTULO V

EFEITOS DA MONENSINA SÓDICA NO CONSUMO E PH RUMINAL EM OVINOS

RESUMO

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Efeitos da monensina sódica no consumo e pH ruminal em ovinos. In: _____. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos.** 2005. Cap.5, p.103-126. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os efeitos da adição do ionóforo monensina sódica no consumo voluntário de alimentos e no pH do líquido ruminal em ovinos. Foram utilizadas quatro ovelhas da raça Santa Inês, não prenhas, não lactantes e canuladas no rúmen. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, com quatro tratamentos (T1 - 0; T2 - 25; T3 - 50 e T4 - 75 mg de monensina/animal/dia). Foram avaliados o consumo de ração, de matéria seca e o pH do fluido do rúmen. A colheita do líquido ruminal para determinação do pH foi realizada às 0; 2; 4; 6 e 8 horas após a alimentação. As análises de variância para consumo de ração e de matéria seca mostraram não haver efeito significativo dos níveis de monensina. Não foi observado efeito significativo nos valores médios de pH ruminal de cada tratamento e na interação tratamento x tempo e os valores de pH ruminal foram considerados normais. Houve diferença estatística no decorrer do dia. Os valores de pH permaneceram elevados, caracterizando um bom ambiente de fermentação ruminal.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (orientador); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

ABSTRACT

ARAÚJO, Jocélio dos Santos. Effects of sodium monensin on intake and ruminal pH in sheep. In: _____. **Evaluation of the ionophore sodium monensin in intake, digestibility, weight gain and ruminal pH in sheep.** 2005. Cap. 5, p.103-126. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The present research was conducted aiming to evaluate the effects of the addition of the ionophore sodium monensin on feed voluntary intake and on the pH of the ruminal liquid in sheep. Four lambs of the Santa Inês breed, non-pregnant, non lactating and rumen-cannulated. The utilized experimental design was the Latin square with four treatments (T1 - 0; T2 - 25; T3 - 50 and T4 - 75 mg of monensin/animal/day). Intake of diet, dry matter and the pH of the ruminal fluid were evaluated. The collection of the ruminal fluid for pH determination was performed at the times of : 0; 2; 4; 6 and 8 hours after feeding. The analyses of variance for intake of diet and dry matter showed that there is no significant of the levels of monensin. No significant effect in the average values of ruminal pH N of each treatment and in the treatment x time interaction, where the values of ruminal pH were considered normal. There was a statistic difference over the day. The pH values remained elevated characterizing a good environment of ruminal fermentation

¹ **Guidance committee:** Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez – DZO/UFLA (Adviser); Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA; José Cleto da Silva Filho – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A determinação do consumo de alimento pelo animal é fundamental para o balanceamento adequado de suas dietas, mas em ruminantes existem inúmeros fatores que interferem nesse consumo, com intensidade de diferentes magnitudes. A quantidade de alimento ingerido pode sofrer variações entre 10 e 60% devido ao efeito de fatores inerentes ao ambiente, ao animal, ao alimento e às condições de manejo (Roseler et al., 1993).

As dietas para animais de alta produção são balanceadas com o objetivo de maximizar a ingestão de energia e a síntese microbiana, o que exige, em tese, alimentos altamente fermentáveis como fontes de energia para os microrganismos do rúmen. Para maximizar a produção ovina, além de uma densidade adequada de energia, os animais exigem também uma quantidade mínima de fibra para garantir a ruminação, a produção de saliva adequada, digestão satisfatória da fibra (Mertens & Lofton, 1980) e manutenção do pH ruminal (Nocek, 1997a).

Segundo Eroman et al. (1982), os ruminantes possuem três meios básicos de tamponamento do pH ruminal: pela ingestão ou produção de ácidos pelos microrganismos do rúmen, pelo tampão natural da saliva e por adição de tampão na dieta.

As estratégias alimentares dos ruminantes se baseiam na simbiose estabelecida entre os microrganismos ruminais e o animal. Quando esta relação simbiótica se altera, como consequência de mudanças abruptas de dietas ou pela presença de substâncias indesejadas, produz-se um desequilíbrio na população microbiana, alterando o pH, o que conduz ao aparecimento de alterações patológicas, entre elas a acidose e o meteorismo.

O pH ruminal é influenciado pelo tipo de alimento consumido e sua estabilização é atribuída, em grande parte, à saliva, que possui alto poder tamponante (Owens & Goetsch, 1988; Van Soest, 1994). A saliva sofre incremento em seu fluxo devido ao estímulo da mastigação e ruminção, que resulta de reflexos iniciados por estímulos físicos das partículas grosseiras sobre a parede ruminal (Harfoot, 1981; Hoover & Stokes, 1991).

A redução do pH ruminal ocorre, principalmente, após a rápida digestão do alimento, em virtude de elevadas taxas de degradação, atingindo seu menor valor entre 30 minutos e 4 horas após a alimentação (Ørskov, 1986). O fornecimento de grãos de cereais moídos acarreta alguns problemas, entre os quais se encontra a inadequada secreção de saliva para manter o pH entre 6 e 7, bem como a imprópria estrutura física para estimular a motilidade ruminal.

A redução do pH diminui a digestão da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, tendo menor efeito sobre a digestão do amido (Hoover & Stokes, 1991).

A análise do fluido ruminal é de indiscutível valor no diagnóstico de distúrbios ligados ao aparelho digestivo dos ruminantes, especialmente aqueles dos compartimentos pré-gástricos, pois a microbiota do rúmen é altamente sensível às alterações externas e internas às quais rotineiramente estão submetidos os animais (Borges et al., 2002).

Para manter o pH ruminal próximo à neutralidade tem-se tentado manipular a dieta. Além da manipulação da dieta e da concentração dos nutrientes, vários aditivos vêm sendo utilizados na alimentação animal, entre eles os ionóforos como a monensina sódica, que promove o aumento da eficiência ruminal, causando, segundo Machado & Madeira (1990), depressão da produção de ácido láctico sob condições que induzem a acidose, bem como reduzindo a viscosidade do fluido ruminal em animais com timpanismo e

melhorando o desempenho em função da estabilização do ambiente ruminal e a proteção do trato gastrointestinal dos agentes patogênicos.

Sendo assim, esse estudo teve como objetivo avaliar o consumo de nutrientes e o pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com teores de monensina sódica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Ovinocultura, localizado na Fazenda Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Marechal Cândido Rondon – PR.

2.2 Animais experimentais e instalações

Foram utilizados quatro ovinos, adultos, fêmeas da raça Santa Inês com peso vivo médio de $35,13 \pm 0,79$ kg, canuladas no rúmen. Os animais foram mantidos em baias individuais de 5 m^2 com disponibilidade de bebedouro e comedouro.

2.3 Manejo e alimentação

Antes do período experimental os animais foram vermifugados para controle de endo e ectoparasitas, mediante exame parasitológico das fezes, e pesados no início do experimento.

Os animais receberam uma dieta á base de volumoso e concentrado na proporção de 70:30, fornecida *ad libitum*, e que permitisse uma sobra entre 10 a 15% do total ofertado para atender às exigências nutricionais de ovelhas em manutenção, segundo recomendações do NRC (1985). Foram fornecidos um suplemento mineral comercial em cocho separado e água limpa à vontade. As composições percentual e química da dieta encontram-se na Tabela 5.1.

TABELA 5.1. Composição percentual e química da dieta (base da matéria seca)

INGREDIENTES	%
Farelo de soja	20,00
Milho, grão moído	9,50
Feno de Tifton 85	70,00
Suplemento mineral ¹	0,50
TOTAL	100,00
NUTRIENTES	%
Matéria Seca	88,78
Proteína Bruta	12,57
FDN	59,21
FDA	33,67
Matéria Mineral	5,65

¹ Suplemento Mineral Comercial - Cada 1000 g contém: P 87 g; Ca 120 g; Na 147 g; Mn 1300 mg; S 18 g; Zn 3800 mg; Mo 300 mg; Cu 590 mg; Fe 1800 mg; I 80 mg; Co 40 mg; Cr 20 mg; Se 15 mg; F (máx) 870 mg.

A monensina sódica foi fornecida misturada ao concentrado (aproximadamente 100g) para certificação da garantia total do consumo do ionóforo, e depois foi fornecida à ração diariamente, duas vezes ao dia, às 6:30 e 17:00 horas.

A sobra do alimento ofertado foi coletada diariamente, pesada e amostrada. As amostras foram congeladas, formando uma amostra composta do período por animal para posterior análise de MS em estufa a 65 e 105 °C.

2.4 Delineamento experimental, tratamentos e análise estatística

Foi utilizado o delineamento experimental em Quadrado Latino 4 x 4, (quatro tratamentos - T e quatro animais). Os tratamentos consistiram de níveis de monensina sódica conforme descrição abaixo:

T1 – 0,0 mg/monensina sódica/animal/dia (controle);

T2 – 0,25 mg/monensina sódica/animal/dia;

T3 – 0,50 mg/monensina sódica/animal/dia, e

T4 – 0,75 mg/monensina sódica/animal/dia.

Os dados obtidos foram avaliados pelo procedimento GLM (*Generalized linear models*) do programa estatístico SAS (1991), utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = é a observação referente à i-ésima linha e à k-ésima coluna do j-ésimo tratamento;

μ = média geral;

A_i = efeito de animal;

T_j = efeito dos tratamentos;

P_k = efeito de períodos;

ε_{ijk} = erros aleatórios associados a cada observação que, por hipótese, têm distribuição normal, são independentes distribuídos com média 0 (zero) e variância σ^2 .

O pH do líquido ruminal foi analisado estatisticamente como parcelas subdivididas no tempo. Os efeitos de tratamento, animal e período foram testados com relação às parcelas. A interação horários de coleta x tratamentos foram testadas com relação às subparcelas.

2.5 Período experimental e variáveis analisadas

O período experimental teve duração de 60 dias, subdivididos em quatro sub-períodos de 15 dias cada. Ao longo dos 14 primeiros dias os animais foram submetidos à adaptação ao manejo e aos tratamentos, e no 15º dia foi realizada a coleta de amostra de fluido ruminal para determinação do pH. Após cada coleta, os animais foram submetidos ao rodízio nos tratamentos, conforme estabelecido pelo delineamento experimental utilizado. Os animais foram pesados no início e no final de cada sub-período.

2.6 Coleta de fluido ruminal para determinação do pH

A coleta de líquido ruminal foi realizada sempre no 15º dia de cada período e teve duração de um dia. As amostras de fluidos ruminais foram colhidas em diferentes tempos após o fornecimento das dietas. Os horários de coleta utilizados foram 0, 2, 4, 6 e 8 horas. A coleta no tempo zero foi realizada antes do fornecimento das dietas aos animais.

2.7 Métodos analíticos

2.7.1 Metodologia de determinação do pH

As amostras de conteúdo ruminal foram filtradas em quatro camadas de tecido de algodão para se obterem aproximadamente 50 mL de filtrado, que foram transferidos para um recipiente para a determinação imediata do pH.

Os valores de pH do fluido ruminal foram determinados em um potenciômetro digital da marca pH Master, calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5.2 encontram-se os valores de pH em função dos tratamentos experimentais e nos diferentes tempos (horário).

TABELA 5.2. Efeitos dos teores de monensina sódica sobre o pH ruminal

Tempos ¹	Tratamentos (mg de monensina/animal/dia)				Subparcelas ²
	0	25	50	75	
0	6,59	6,58	6,56	6,59	6,58 bc
2	6,60	6,62	6,61	6,59	6,60 c
4	6,59	6,57	6,56	6,58	6,57 b
6	6,53	6,53	6,53	6,56	6,53 a
8	6,56	6,49	6,54	6,55	6,53 a
Parcelas³	6,57^{ns}	6,55^{ns}	6,56^{ns}	6,57^{ns}	

1- Horas após o fornecimento da ração pela manhã

2 - Média das subparcelas (tempo)

3 – Média das parcelas (tratamentos)

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si (Pr>F)

ns = não significativo.

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 crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico, havendo acúmulo de lactato no fluido ruminal e, conseqüentemente, uma severa diminuição do pH e sintomas de acidose (Sauvant et al., 1999). Nestes casos, a monensina pode ajudar a restaurar o pH ruminal, já que esse ionóforo diminui a produção de lactato através da inibição

do crescimento do *Streptococcus bovis*, principal bactéria causadora da acidose láctica ruminal, podendo, com isso, gerar distúrbios metabólicos graves nos ruminantes (Russell, 1987; Nocek, 1997b; Afonso et al., 2002). Todavia, em dietas com alta proporção de volumoso, pouca vantagem tem sido notificada em relação ao pH quando a monensina sódica é fornecida aos ruminantes (Haimoud et al., 1995).

Embora dentro dos parâmetros para avaliar o funcionamento ruminal o pH constitua uma das principais variáveis a ser considerada, já que suas mudanças modificam o ambiente ruminal e repercutem consideravelmente sobre sua dinâmica, podendo em alguns casos chegar a prejudicar a saúde do animal, neste experimento não foi observado efeito significativo nos valores médios de pH ruminal de cada tratamento (parcelas) e na interação tratamento x tempo. No entanto, houve diferença estatística ($P < 0,05$) no decorrer do dia (subparcelas), caracterizando a curva padrão de fermentação ruminal (Figura 5.1).

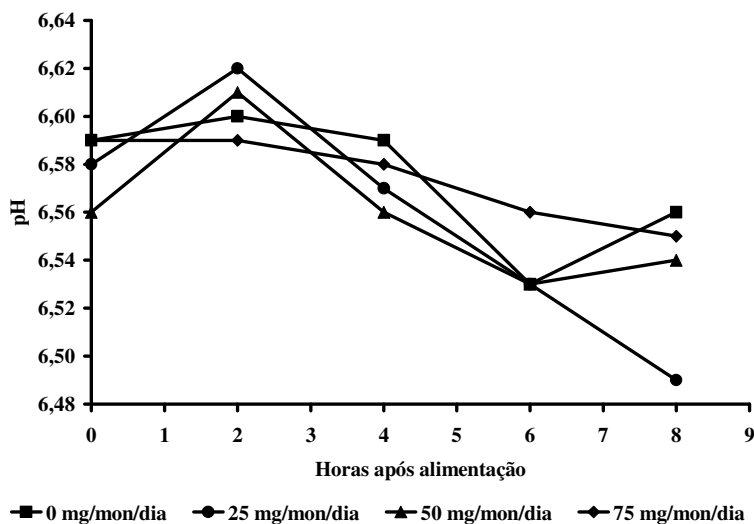


FIGURA 5.1. Efeitos da monensina sobre a variação diurna do pH no fluido ruminal.

Esses resultados se assemelham àqueles apresentados por Maas et al. (2001), que ao trabalharem com ovinos machos, castrados, canulados no rúmen e mantidos em pastagem recebendo ou não monensina sódica no suplemento mineral, também não observaram efeito significativo do ionóforo nos valores de pH ruminal. Do mesmo modo, Chow & Russell (1992), ao conduzirem experimentos *in vitro* utilizando os ionóforos monensina e lasalocida sódica nos parâmetros de pH do fluido ruminal, não observaram significância estatística dos efeitos desses ionóforos sobre essa variável, sendo esses valores semelhantes (6,7), independentemente do ionóforo utilizado.

Harmon et al. (1993), Haimound et al. (1995), Hegazy & Elias (1997) e Garcia et al. (2000) não observaram nenhuma mudança no pH ruminal ao fornecerem monensina a novilhas holandesas, vacas lactantes fistuladas no rúmen, duodeno e íleo, cordeiros da raça Barki e carneiros da raça Suffolk fistulados no rúmen, respectivamente.

Oliveira (2003) também não observou alteração significativa de diferentes níveis do ionóforo monensina sódica incluído na dieta de novilhas leiteiras (com 67% da dieta composta por volumoso) sobre o pH ruminal. Os resultados apresentados pelo autor foram superiores (7,46) aos obtidos nesse experimento; possivelmente, esses valores de pH inferiores a sete indicam que não ocorreram contaminações do fluido ruminal com saliva durante a coleta em função do método de coleta utilizado, enquanto, na outra pesquisa, a coleta de líquido foi feita por sonda esofágica.

Lana & Russell (1997) também verificaram diminuições no pH ruminal ao fornecerem monensina a vacas não lactantes canuladas no rúmen, alimentadas com feno de timoteo e/ou alfafa. Ao avaliarem a interação dos níveis de forragem e monensina sódica em dietas de bovinos em confinamento, Zinn et al. (1994) também observaram diminuições no pH ruminal. Porém,

Callaway & Martin (1996), em pesquisas realizadas com cultivo de microorganismos *in vitro* utilizando milho triturado e monensina sódica, observaram aumento do pH em diferentes horários de coleta em relação ao tratamento controle, trabalho corroborados por Bohnert et al. (2000).

Já Coe et al. (1999) descreveram que animais recebendo feno de alfafa apresentaram valores de pH ruminal semelhantes, independentemente do tipo e dos teores de ionóforos utilizados na dieta (7,14; 7,14; 7,20 e 7,16 para os tratamentos controle, 175 mg/dia de virginamicina, 250 mg/dia de virginamicina e 250 mg de monensina, respectivamente). Esses mesmos autores observaram que à medida que aumentava o nível de concentrado na dieta ocorria uma diminuição no pH ruminal; no entanto, os valores de pH aumentavam quando foram adicionados ionóforos à dieta dos animais.

Vagnoni et al. (1995), ao trabalharem com monensina sódica na dieta de bovinos de corte, observaram que esse ionóforo influenciou significativamente os valores do pH ruminal, sendo esses valores considerados elevados (6,7). Resultado similar foi obtido por Francisco Jr. (1994), que observou elevação do pH ruminal (5,91; 6,17 e 6,04) quando adicionou níveis de lasalocida sódica (0; 0,21 e 0,42 g) em dietas com bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão e vapor (BTPV) como único volumoso. Segundo o autor, os valores de pH abaixo de 6,2 durante a maior parte do dia prejudicaram o crescimento de bactérias que degradam as fibras.

Silva (1990) encontrou valores de pH entre 6,2 e 6,8 ao longo do dia utilizando BTPV como volumoso. No entanto, o autor utilizou NaHCO₃, lasalocida sódica e calcário calcítico tipo “filler” como fonte de cálcio das dietas, o que contribui para manter os níveis de pH dentro dos valores considerados satisfatórios.

De acordo com Owens & Goetsch (1988), entre meia e quatro horas logo após a alimentação o pH ruminal alcança os valores mais baixos, refletindo o balanço entre a taxa de produção de ácidos, a entrada de tamponantes da saliva e a participação de tamponantes presentes no alimento. Ainda de acordo com esses autores, o pH varia entre 5,5 e 6,2 em uma dieta com maior teor de concentrado, enquanto, em dietas com maior participação de volumosos, valores entre 6,2 e 7,0 são esperados.

A análise de variância para consumo de ração e de matéria seca mostrou não haver efeito significativo dos níveis de monensina sobre essas variáveis (Tabela 5.3).

TABELA 5.3. Valores médios do consumo médio de ração (CMR) e ingestão de matéria seca (CMS) em função dos níveis de monensina

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	Média	Pr<F
	(mg de monensina/animal/dia)						
	0	25	50	75			
CMR (kg/dia)	0,914	1,054	1,067	0,980	14,28	1,004	0,460
CMS (kg/dia)	1,029	1,202	1,179	1,094	14,59	1,126	0,265

Bergen & Bates (1984) apresentaram resultados segundo os quais, quando os ruminantes são alimentados com alta proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis, os ionóforos deprimem o consumo de alimento sem alterar o ganho em peso, o que implica em uma melhora na conversão alimentar. Porém, quando os ruminantes recebem dietas com elevada quantidade de volumoso, como ocorreu na presente pesquisa, os ionóforos não deprimem o consumo de forma significativa.

Esses resultados assemelham-se aos apresentados por Faulkner et al. (1985), que ao fornecerem 100 mg de monensina/animal/dia a bovinos alimentados com dietas contendo 80% de volumoso e 20% de concentrado, também não observaram efeito significativo sobre o consumo de matéria seca; e são corroborados também por Bergen et al. (1981), utilizando também dieta predominantemente volumosa (88,5%) com inclusão do ionóforo lasalocida sódica.

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 matéria seca não foi alterado quando a monensina foi fornecida para cabritos cruzados (Nubian x Taiwan), cabras nativas de Taiwan, carneiros fistulados no rúmen e vacas leiteiras, respectivamente.

Já Duff et al. (1994) verificaram reduções significativas no consumo de alimento (MS) quando adicionaram 33 mg de monensina por quilograma de peso vivo a bovinos recebendo dietas com apenas 10% de volumoso, sendo esses resultados também semelhantes aos obtidos por Fontenot & Hunchette (1993). Depressão significativa na ingestão de matéria seca com a inclusão de ionóforos foi relatada por Lee et al. (1990) em cabritos e por Maas et al. (2001) em ovinos.

Os efeitos dos ionóforos nos ruminantes são diversos e variáveis devido às diferenças entre animais, dietas, estágios fisiológicos e condições corporais entre outros. Apesar disso, os ionóforos parecem ter efeitos positivos e consistentes no metabolismo ruminal e, como conseqüência, na eficiência produtiva animal (Rodríguez & Muñoz, 2000).

4 CONCLUSÕES

O consumo voluntário de alimentos e o pH do líquido ruminal não foram influenciados pela adição da monensina sódica na dieta dos ovinos, para a qual os valores de pH mantiveram-se dentro dos valores considerados normais, o que pode implicar em um meio favorável para o estabelecimento e crescimento populacional dos microorganismos ruminais, e traduzindo-se em uma maior eficiência energética para os ruminantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monensina sódica causou depressão no consumo de alimentos quando foi utilizada como volumoso a cana-de-açúcar.

Quando foi utilizado feno de Tifton 85 de boa qualidade a monensina sódica não alterou o consumo de alimentos.

O ganho em peso dos animais criados a pasto e em confinamento não foi alterado com o uso de monensina, embora os valores em ganho de peso tenham sido considerados elevados.

A monensina sódica melhorou a conversão e a eficiência alimentar dos cordeiros, o que implica que o uso desse ionóforo tenha melhorado o aproveitamento dos alimentos, modificando os parâmetros de fermentação ruminal, tendo uma correlação direta com a diminuição do gás metano.

Embora relatos na literatura relacionem várias aplicações da monensina sódica à melhoria no desempenho produtivo em função da modificação da fermentação ruminal, melhorando a eficiência alimentar, alguns aspectos ligados à resistência de microrganismos não estão totalmente esclarecidas. Tanto é que a partir de janeiro de 2006 a União Européia proibirá o uso desse aditivo na alimentação animal. Sendo assim, para que esse aditivo não coloque em risco a saúde animal e pública, seu uso deve ser feito de forma correta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.A.B. et al. Metabolismo oxidativo dos neutrófilos de ovinos tratados com monensina sódica e experimentalmente submetidos à acidose ruminal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.22, n.4, p.129-134, out./dez. 2002.

BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production, efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, p.1465-1883, 1984.

BERGEN, L.L.; RICKE, S.C.; FAHEY, G.C. Comparison of two levels of lasalocid with monensin of feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**, v.53, p.1440-1445, 1981.

BOHNERT, D.W. et al. Efficacy of laidlomycin propionate in low-protein diets fed to growing beef steers: Effects on steer performance and ruminal nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.1, p.173-180, Jan. 2000.

BORGES, N.C.; SILVA, L.A.F.; FIORAVANTI, M.C.S. Avaliação do suco ruminal de bovinos "a fresco" e após 12 horas de conservação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.3, n.2, p.57-63, jul./dez. 2002.

CALLAWAY, T.R.; MARTIN, S.A. Effects of organic acid and monensin treatment on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation of cracked corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.8, p. 1982-1989, Aug. 1996.

CHOW, J.M.; RUSSELL, J.B. Effect of pH and monensin on glucose transport by *Fibrobacter succinogenes*, a cellulolytic bacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.58, n.4, p.1115-1120, Apr. 1992.

COE, M.L. et al. Effect of virginamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.8, p.2259-2268, Aug. 1999.

DUFF, G.C. et al. Effects of lasalocid and monensin plus tylosin on serum metabolic hormones and clinical chemistry profiles of beef steers fed a 90% concentrate diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.4, p.1049-1058, Apr. 1994.

EROMAN, R.A.; HEMKEN, R.W.; BULL, L.S. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism, and digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.7, p. 712-731, July 1982.

FAUKNER, D.B. et al. Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape and microbial protein synthesis on high fiber diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, p.654-660, 1985.

FONTENOT, J.P.; HUCHETTE, H.M. Feeding sorbitol alone or in combination with monensin to finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.3, p.545-551, Mar. 1993.

FRANCISCO JÚNIOR, J.C. **Efeito da uréia, do melaço e da lasalocida sódica sobre a fermentação ruminal de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado com pressão de vapor**. 1994. 105p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

GARCIA, C.C.G. 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, Feb. 2000.

HAIMOUD, A.D. et al. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.75, n.3, p.379-385, Mar. 1995.

HARFOOT, C.G. Lipid metabolism in the rumen. in lipid metabolisms in ruminant animals. CHRISTIE, W.W.(Ed.). New York: Pergamon, 1981. p.21-25.

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**, Champaign, v.71, n.1, p.218-225, Jan. 1993.

HEGAZY, M.A.; ELIAS, A.N. Influence of dietary monensin and lasalocid on age and weight of Barki ram and ewe lambs at putery. **Assiut Veterinary Medical Journal**, Assiut, v.37, n.74, p.1-15, 1997.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p. 3630-3644, Oct. 1991.

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. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.4, p.1052-1058, Apr. 1997.

LEE, S.K. et al. Effect of feeding monensin on the feed intake, nutrient utilization and ruminal fermentation of Korean native goat. **Korean Journal of Animal Science**, v.32, n.2, p.74-82, Feb. 1990.

MAAS, J.A. 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, Apr. 2001.

MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Novas tecnologias em produção animal: bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.79-96.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.5, p.1437, maio 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academy, 1985. 99p.

NOCEK, J.E. Feeding management of the postpartum cow. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1997a. p.69-85.

NOCEK, J.E. Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.5, p.1005-1028, May 1997 b.

OLIVEIRA, M.V.M. **Utilização do ionóforo monensina sódica na alimentação de ruminantes**. 2003. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n.5, p.1624-1633, May 1986.

OWENS, F.N.; GOESTSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood cliffs: O & Books Inc., 1988. p.146-171.

RODRÍGUEZ, J.M.P.; MUÑOZ, S.S.G. Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. **Interciencia**, Caracas, v.25, n.8, p.379-385, nov. 2000.

ROSELER, D.K. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.2, p.525-534, Feb. 1993.

RUIZ, R. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.84, n.7, p.1717-1727, July 2001.

RUSSELL, J.B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and promotive force. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, p.1519-25, 1987

SAS Institute. **SAS/STAT user's guide**. Cary, 1991.

SAUVANT, D.; MESCHY, F.; MERTENS, D. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. **INRA Productions Animales**, Paris, v.12, n.1, p.49-60, Feb. 1999.

SILVA, S.C. **Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre os parâmetros ruminais de bovinos alimentados com bagaço de cana tratados à pressão de vapor**. 1990. 130p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Pastagem)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

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, Feb. 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, Apr. 1993.

VAGNONI, D. B. et al. Monensin and ammoniation or urea supplementation of bermudagrass hay diets for steers. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.73, n.6, p. 1793-1802, June 1995.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2thed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

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**, Champaign, v.72, n.9, p.2209-2215, Sept. 1994.