**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Consumo de monensina sódica via suplemento mineral por bovinos
de corte em pastagens**

Fernando Masello Junqueira Franco

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2007**

Fernando Masello Junqueira Franco
Engenheiro Agrônomo

Consumo de monensina sódica via suplemento mineral por bovinos de corte em pastagens

Orientador:
Prof. Dr. **MOACYR CORSI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Franco, Fernando Masello Junqueira

Consumo de monensina sódica via suplemento mineral por bovinos de corte em pastagens / Fernando Masello Junqueira Franco. - - Piracicaba, 2007.
55 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Aditivos alimentares para animal 2. Bovinos de corte 3. Consumo alimentar para animal 4. Pastagens 5. Suplementos minerais para animais I. Título

CDD 636.213

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais,

José Eduardo Junqueira Franco e

Maria Antonieta Schützer Masello Junqueira Franco

pelo exemplo e pelo amor e carinho dedicados durante toda a vida.

Às minhas irmãs,

Mariana Masello Junqueira Franco e

Marília Masello Junqueira Franco,

pelo companheirismo e amizade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em especial ao Departamento de Zootecnia.

Ao Prof. Dr. Moacyr Corsi pela orientação na elaboração deste trabalho, mas principalmente pela amizade, exemplo de conduta humana e profissional e pela grande contribuição à minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão pelo auxílio na realização das análises estatísticas e pelas sugestões.

Ao Dr. John Nolan pelo auxílio e envio de informações para a elaboração do projeto

À Elanco Saúde Animal pelo financiamento do projeto, em especial ao Eng. Agro. Msc. José Roberto Peres pelo auxílio na elaboração do projeto e ensinamentos.

Aos amigos Alexandre Gonçalves do Nascimento Neto, Vivaldo Gonçalves Júnior e Fabio Yabuta pelo suporte na condução do trabalho e pelo companheirismo e amizade em todos os momentos.

À querida Nádia Gustinelli Bortolazzo pelo carinho, incentivo e compreensão.

Aos amigos de República Kurva d-rio pelos momentos de descontração e pela eterna amizade.

Aos amigos Mateus Castilho Santos e Cézar Yuzo Kanashiro pelo auxílio e amizade durante o curso.

Aos amigos e colegas de trabalho Mariana Pares Andreucci e Ricardo Caserta Duarte Goulart pela amizade e apoio constantes.

À todos os estagiários do projeto CAPIM, em especial ao Vitor Tinazo e ao Augusto Semmelroth pela ajuda, pois este trabalho não seria possível sem eles.

À todos os funcionários da Fazenda São Bento e da Fazenda Serra Negra pelo auxílio na condução e pelo tempo dedicado a este trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos

“Não é bom se limitar a um conjunto de opiniões. É um erro se esforçar para compreender as coisas e depois parar neste ponto. Primeiramente, se esforce muito para garantir que compreendeu o básico, depois pratique para que o que você aprendeu renda frutos. Isso é algo que se perpetuará por toda a sua vida. Não se conforme com aquele conhecimento que você adquiriu, e sim pense: “Isto não é suficiente”. Você deve buscar durante toda a vida a melhor forma de seguir o Caminho. E deve estudar, deixando que a mente trabalhe sem descanso. O Caminho está nisso.”

Yamamoto Tsunetomo
1658-1719

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	16
2.1 Revisão bibliográfica.....	16
2.1.1 Produção animal em pastagens.....	16
2.1.2 Ionóforos – modo de ação.....	18
2.1.3 Benefícios da utilização de ionóforos.....	21
2.1.4 Resultados de desempenho.....	21
2.1.5 Modo de fornecimento.....	25
2.1.6 Fatores que regulam o consumo de suplementos.....	27
2.2 Material e métodos.....	31
2.2.1 Informações Gerais e tratamentos.....	31
2.2.2 Áreas Experimentais.....	32
2.2.3 Determinação do consumo de suplemento pelo rebanho.....	33
2.2.4 Estimativa do consumo individual de suplemento.....	33
2.2.5 Avaliação da disponibilidade de forragem.....	34
2.3 Análises estatísticas.....	35
2.4 Resultados e discussão.....	36
2.4.1 Consumo de suplemento pelo rebanho.....	36
2.4.2 Consumo (média das quatro ocasiões) em função da frequência de visita.....	40
2.4.3 Consumo (média das ocasiões nas quais houve consumo) em função da frequência de visita.....	42
2.4.4 Consumo médio dos animais que efetivamente consumiram em função da ocasião de avaliação.....	42
2.4.5 Probabilidade de consumo em função da ocasião de avaliação.....	44
2.4.6 Frequência média de consumo.....	45
2.4.7 Disponibilidade de forragem.....	46

3 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

RESUMO

Consumo de monensina sódica via suplemento mineral por bovinos de corte em pastagens

Quatrocentos e trinta bovinos de corte em crescimento (peso vivo inicial médio de 250 kg) foram alocados de acordo com o sexo e raça em 3 blocos completos, contendo 3 tratamentos, num total de 9 parcelas experimentais. Semanalmente avaliou-se o consumo de um suplemento mineral controle (TC = Nutron PROBEEF 60), e dois suplementos medicados com monensina sódica (TR = Nutron PROBEEF 60 + 1500 ppm de monensina sódica na forma de Rumensin 200 e TM = Nutron PROBEEF 60 + 1500 ppm de monensina sódica em veículo especial da ELANCO SAÚDE ANIMAL). Os animais foram mantidos em pastagem de gramíneas tropicais, sob lotação contínua. O consumo de suplemento também foi estimado individualmente em cada animal por 4 ocasiões a intervalos de 28 dias, utilizando-se lítio como marcador sanguíneo. A adição de monensina sódica ou Rumensin reduziu o consumo médio de suplemento pelo rebanho (TC=56,9g/cab/dia, TR=27,5g/cab/dia, TM=36,1g/cab/dia, $P<0,05$). Os tratamentos aditivados com monensina apresentaram menor consumo médio ($P<0,01$), menor quantidade consumida por visita ao cocho ($P<0,01$), menor frequência de visitas ($P<0,01$) e menor probabilidade de consumo do suplemento ($P<0,01$).

Palavras chave: Monensina sódica; Suplemento mineral; Consumo de minerais

ABSTRACT

Monensin intake via mineral supplement by beef cattle under grasslands

A four hundred thirty growing beef cattle (250 kg initial live weight) were allocated by gender and breed in three complete blocks, comprising three treatments, in a total of nine plots. Weekly there were made intake evaluations of the control plot with mineral supplement (TC = Nutron PROBEEF 60), and of the two with monensin supplements added (TR = Nutron PROBEEF 60 + 1500 ppm monensin sodium as Rumensin 200 and TM = Nutron PROBEEF 60 + 1500 ppm monensin sodium in a special medium made by ELANCO ANIMAL HEALTH). The animals were maintained in tropical grasslands under continuous stocking. The individual intake was estimated in four occasions with a twenty eight days interval, using lithium as blood marker. The addition of monensin sodium or Rumensin reduced the mean intake of supplement by the herd. (TC=56,9g/head/day, TR=27,5g/head/day, TM=36,1g/head/day, $P<0,05$). The treatments with added monensin showed reduced mean intake ($P<0,01$), reduced amount consumed per trough visit ($P<0,01$) reduced visit frequency ($P<0,01$) and reduced the probability of intake ($P<0,01$).

Keywords: Sodium monensin; Mineral supplement; Minerals intake

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estágios da produção animal e vegetal em sistemas de pastejo.....	15
Figura 2 – Dinâmica de consumo dos suplementos durante as semanas.....	35
Figura 3 – Regressão da dinâmica de consumo dos suplementos.....	36
Figura 4 – Regressão de consumo do TC.....	37
Figura 5 – Regressão de consumo do TM.....	37
Figura 6 – Regressão de consumo do TR.....	38
Figura 7 – Dinâmica da massa de forragem disponível.....	46
Figura 8 – Dinâmica da altura do dossel forrageiro.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – pH, concentração de potássio e sódio intra e extracelulares de culturas de <i>Streptococcus bovis</i> na presença ou ausência de monensina.....	17
Tabela 2 – Efeito da monensina na proporção molar de ácidos graxos voláteis ruminais em novilhos sob pastagem de trigo.....	19
Tabela 3 – Influência da concentração de monensina na dieta na performance de animais confinados.....	21
Tabela 4 – Efeito de diferentes doses de monensina sobre o ganho de peso de bovinos em crescimento consumindo pasto ou forragem verde picada.....	22
Tabela 5 – Efeito de diferentes doses de monensina na média de ganho em peso, consumo de alimentos e conversão alimentar (kg alimento/kg ganho) de bovinos em pastejo.....	23
Tabela 6 – Consumo médio semanal dos suplementos minerais.....	36
Tabela 7 – Consumo médio das quatro ocasiões em função da frequência de consumo.....	40
Tabela 8 – Consumo médio apenas das ocasiões em que houve consumo, em função da frequência de visita.....	41
Tabela 9 – Consumo médio em função da ocasião de avaliação.....	42
Tabela 10 – Probabilidade de consumo em função da ocasião de avaliação.....	44
Tabela 11 – Frequência média de consumo.....	45

1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos é crescente. Estimativas apontam que por volta do ano 2050, a população mundial terá crescido 50% em relação ao número atual, atingindo aproximadamente 10 bilhões de pessoas. Este aumento quantitativo, somado a evolução em 2,4 vezes da renda per capita, levando ao direcionamento dos hábitos alimentares para maior participação de produtos de origem animal, são responsáveis pela necessidade de se aumentar a produção de alimentos, principalmente os de origem animal (TILMAN et al., 2002).

Delgado (2005) coloca que a demanda mundial por carne e leite crescerá em 81 e 170 milhões de toneladas respectivamente, até o ano de 2020, sendo que deste aumento no consumo de carnes, 27% se dará por carne de ruminantes.

Entretanto, salvo algumas regiões da África sub-saariana e da América Latina, a maioria das terras apropriadas à produção de alimentos já se encontra ocupada por atividades agrícolas, tornando a tarefa de suprir a crescente demanda mundial por alimentos enorme desafio (BORLAUG, 2002).

Soma-se a isto outra demanda da sociedade moderna, a sustentabilidade dos sistemas de produção. Entende-se por sustentável um sistema agrícola que atenda as necessidades do presente e das futuras gerações por alimento, fibras, energia e etc., maximizando a relação custo/benefício para a sociedade, quando todos os custos (sociais, financeiros e ambientais) são levados em consideração, respeitando a integridade do meio ambiente e a saúde das pessoas. Portanto, sustentabilidade implica na manutenção de altos rendimentos aliada à práticas que tenham impacto ambiental aceitável (TILMAN et al., 2002).

Desta maneira, aumentar a produção de alimentos sem, no entanto, crescerem os custos ambientais decorrentes, significa buscar o uso mais eficiente possível de todos os recursos naturais envolvidos na produção de alimentos.

O Brasil possui papel muito significativo neste cenário, já que é atualmente detentor do maior rebanho bovino mundial, com aproximadamente 204 milhões de cabeças, e também o maior exportador mundial de carne bovina, com o montante de 1,4 milhões de toneladas exportadas em 2005, o que representou uma receita da ordem 3,2

bilhões de dólares em 2005 (MAPA, 2007). Estima-se que a grande maioria deste rebanho seja criada exclusivamente em pastagens.

Melhorar o desempenho individual dos animais em pastejo permitiria aumentar a eficiência de produção neste sistema, resultando na redução da idade de abate, com conseqüentes melhorias na qualidade da carne e decorrendo em ganhos econômicos ao produtor.

O uso de aditivos de eficácia comprovada, como por exemplo os ionóforos, é uma ferramenta adicional poderosa, capaz de otimizar a conversão da forragem em produto animal. Além de aumentar o desempenho individual e consequentemente promover maior lucratividade do negócio, resulta outros benefícios tais quais a redução da produção de metano e da excreção de nitrogênio no ambiente e otimização do uso da terra.

Estima-se que a utilização de ionóforos em dietas de gado de corte nos Estados Unidos representa uma economia de 140.000 ha de milho que seriam necessários para atender à estas dietas (TEDESCHI et al., 2003).

Conforme Corsi et al. (2001), pode-se inferir que resultados da suplementação protéica com animais em pastejo dependem da inclusão de ionóforos, pois estes aditivos respondem por aproximadamente 50% das respostas a este tipo de suplementação.

Entretanto o fornecimento de ionóforos para bovinos sob pastejo tem-se constituído em um desafio. As pequenas dosagens e a periodicidade diária de fornecimento implicam na necessidade de um veículo, que permita à cada animal do rebanho receber a quantidade ideal e na freqüência necessária.

Há na literatura grande volume de informação referente ao aumento do desempenho de bovinos recebendo ionóforos em suplementos energéticos ou protéicos e consumindo dietas à base de forragem, levando à incrementos no ganho de peso da ordem de 14% (POTTER et al., 1976, POTTER et al., 1986).

Contudo existe potencial para aumento do desempenho animal a custos inferiores aos dos suplementos protéicos ou energéticos, uma vez que o uso econômico destes suplementos pode ser questionável em algumas situações. Outro obstáculo à adoção desta técnica, notadamente quando se refere à pastagens extensivas é a

necessidade de fornecimento diário destes tipos de suplementos, incorrendo em custos adicionais de mão de obra e transporte, além da deterioração destes suplementos em caso de chuvas.

O uso de ionóforos em misturas minerais representa uma alternativa técnica econômica para a inclusão desse aditivo na suplementação de animais em pastagens tropicais, pois a suplementação de animais em pastejo com mistura mineral é bem aceita entre os pecuaristas por seu baixo custo e por ser reconhecida a necessidade de suprir minerais aos animais pastejando gramíneas tropicais.

Entretanto, um problema enfrentado pela indústria de suplementos minerais é a redução no consumo destas misturas na presença de ionóforos, o que pode resultar em consumo de minerais e desempenho aquém do esperado (GUTIERREZ, 1997).

O presente trabalho teve por objetivos avaliar o consumo de suplementos minerais medicados com monensina sódica, bem como estimar o consumo individual de suplemento pelos animais do rebanho.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Produção animal em pastagens

As pastagens, naturais ou cultivadas, são ecossistemas importantes no cenário mundial atual, tanto pela extensão da área que abrange aproximadamente 50% das terras vegetadas do planeta, quanto pela sua representatividade na produção de alimentos (VALLENTINE, 1990), e pelo seu papel na manutenção da biodiversidade, nos ciclos da água, do carbono e de nutrientes chave no ecossistema, como o nitrogênio e o fósforo (KEMP; MICHALK, 2005). Aumentos na eficiência destes sistemas podem resultar em maior disponibilidade de alimentos, com benefícios à conservação do solo, da vegetação natural e dos recursos hídricos.

A produção animal em pastagens pode ser subdividida em três etapas fundamentais, crescimento, utilização e conversão, cada qual com sua importância e eficiência de conversão dentro do sistema (Figura 1).

Figura 1 – Estágios da produção animal e vegetal em sistemas de pastejo. Fonte: adaptado de Hodgson (1990)

A etapa de crescimento é representada pelos processos fisiológicos da planta forrageira, que permitem a transformação do carbono atmosférico em massa vegetal através da energia solar. Dentre os fatores que podem alterar a eficiência com que estes processos trabalham estão a disponibilidade e o balanço de nutrientes e da água no solo, a incidência de pragas e doenças, além da estrutura do dossel (HODGSON, 1990).

A etapa de utilização compreende o momento do consumo da forragem pelo animal em pastejo. A relação entre o consumo de forragem por unidade de área e a produção líquida de forragem determinam a eficiência desta fase do processo. O manejo do pastejo é a ferramenta de maior interferência na eficiência desta etapa do sistema produtivo

Após o consumo da forragem, inicia-se o processo de conversão da mesma em produto animal. A relação entre unidade de alimento consumida por unidade de produto é dada como eficiência ou conversão alimentar.

Diversos fatores são responsáveis pela eficiência com que o animal converte o alimento em produto (Van SOEST, 1994), tanto relacionados ao animal, como raça, sexo, idade, estado fisiológico, tipo de produto e variação genética entre indivíduos (ARCHER et al., 1999), quanto relacionados à fatores externos, como clima, quantidade e qualidade de alimento disponível e metabolismo ruminal. Desta forma, enquanto alguns fatores são de lenta ou difícil modificação no curto prazo, aqueles relacionados à dieta são prontamente manipuláveis visando a intervenção no processo de conversão da forragem com o intuito de se aumentar a eficiência produtiva (MacRAE; LOBLEY, 1982).

2.1.2 Ionóforos – modo de ação

Os ionóforos são aditivos que promovem alteração dos padrões de fermentação ruminal, aumentando a proporção de ácido propiônico e diminuindo a proporção dos ácidos butírico e acético no rúmem (RICHARDSON et al., 1976).

Estas alterações resultam em vantagens nutricionais e metabólicas nos animais suplementados com ionóforos, que se expressam em ganhos econômicos, os quais incluem a melhora da eficiência alimentar, aumento do ganho de peso e redução da mortalidade (McGUFFEY et al., 2001).

A monensina sódica é um ionóforo produzido pelo fungo *Streptomyces cinnamomensis*, primeiramente utilizada como coccidiostático para aves. Seu uso em bovinos de corte foi aprovado pelo órgão americano Food and Drug Administration (FDA) em 1975.

Os ionóforos são moléculas diferenciadas na estrutura química, mas todas possuem vários átomos de oxigênio espaçados através das moléculas. A posição dos átomos cria uma concavidade para prender um cátion (PRESSMAN, 1976). Regiões polares e não polares características destas moléculas permitem a interação com a membrana celular e a captura de cátions. Cada ionóforo é capaz de se complexar com um cátion de tamanho apropriado. Este complexo cátion ionóforo se anexa nas bactérias gram-positivas ruminais e torna-se solúvel na camada de lipídios da membrana da célula. Uma vez dissolvido, o complexo do cátion é trocado por um próton, isto orienta a troca de um íon K⁺ intracelular por um íon H⁺ ou Na⁺ extracelular. Tendo depositado o cátion complexado no fluído extracelular, o ionóforo se recomplexa em um cátion intracelular e repete o processo (BERGEN; BATES, 1984).

Como resultado, estas reações feitas por gradientes de cátions e afinidades entre cátions e ionóforos culminam na redução da concentração de K⁺ e em menor pH intracelulares, além de maior concentração de Na⁺ (RUSSEL; STROBEL, 1989). Culturas de *Streptococcus bovis* na presença de 0,5 mg.L⁻¹ de monensina sódica apresentaram inversão no gradiente de pH em relação ao meio, com concomitante queda na concentração de K⁺ e aumento na concentração de Na⁺ intracelulares (RUSSEL, 1987) (tabela 1).

Tabela 1 – pH, concentração de potássio e sódio intra e extracelulares de culturas de *Streptococcus bovis* na presença ou ausência de monensina

	Controle	Monensina
pH e	6,65 +/- 0,02	6,65 +/- 0,02
pH i	7,08 +/- 0,15	6,20 +/- 0,13 *
K e mM	9 +/- 0,3	9 +/- 0,5
K i mM	613 +/- 13,4	134 +/- 11,1 *
Na e mM	89 +/- 4,7	93 +/- 6,9
Na i mM	237 +/- 47,4	543 +/- 7,1 *

Fonte: Russel (1987)

As bactérias gram-positivas (susceptíveis) são então forçadas a utilizar os sistemas de transporte celulares para dissipar o H⁺ e Na⁺ intracelulares. As bombas

próton-ATPase e sódio-ATPase são ativadas e permitem que o organismo elimine estes íons em detrimento de um ATP por próton. Isto reduz efetivamente as reservas de energia da bactéria, resultando em menor capacidade para divisão das células. Russel (1987) observou diminuição quase imediata na taxa de crescimento de *Streptococcus bovis* e interrupção total desta após 3 horas da aplicação de 0,5 mg.L⁻¹ de monensina sódica. Este mecanismo básico é o responsável por todas as modificações ruminais e de desempenho observadas nos animais tratados com monensina.

Esta classe de microorganismos, em sua maioria tem como produto final do metabolismo o acetato ou butirato. A estequiometria da produção destes ácidos no rúmen mostra que para cada mol de acetato produzido, são liberados oito átomos de hidrogênio. Entretanto, a produção de um mol de butirato ou propionato libera apenas quatro átomos de hidrogênio (Van SOEST, 1994). Sendo o ambiente ruminal anóxico, a regeneração das coenzimas NAD⁺ e NADP⁺, fundamentais nos processos fermentativos, é dependente da produção de metano (CH₄), o qual funciona como uma espécie de “dreno” de H⁺, às custas da energia que este composto de carbono extremamente reduzido encerra (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2006). A inibição do crescimento dos microorganismos produtores de H⁺ permite o desenvolvimento de microorganismos que realizam vias metabólicas mais eficientes, com maior proporção de ácido propiônico na relação molar dos AGVS ruminais (Van SOEST, 1994).

Horn et al. (1981) detectaram este tipo de alteração na proporção de AGVS em bovinos pastejando trigo 4 e 24 horas após o fornecimento da monensina (tabela 2).

A alteração da proporção molar de ácidos graxos voláteis favorecendo a produção de ácido propiônico em detrimento do ácido acético melhora a eficiência de conversão da energia bruta dos alimentos em energia metabolizável.

Tabela 2 - Efeito da monensina na proporção molar de ácidos graxos voláteis ruminais em novilhos sob pastagem de trigo

	Experimento 1		Experimento 2	
	4 hr	Controle Monensina	Controle Monensina	
Acetato	65,86	59,14**	56,21	54,98
Propionato	16,4	25,03*	22,79	28,24**
Butirato	13,28	10,78	14,15	10,88*
Ac:Pr	4,04	2,41**	2,47	1,96**
24 hr				
Acetato	67,3	60,32*	57,97	56,2
Propionato	16,32	24,8	22,34	27,03**
Butirato	12,29	9,8	13,32	10,44*
Ac:Pr	4,17	2,5*	2,6	2,08**

*P<0,05 ** P<0,01

Fonte: Horn et al. (1981)

Richardson et al. (1976) calcularam, à partir da eficiência teórica de conversão de um mol de hexose fermentada nos ácidos acético, propiônico e butírico, que a alteração na proporção 60:30:10 (acético, propiônico e butírico) para 52:40:8 representa um aumento de 5,6% da energia bruta retida nos produtos da fermentação ruminal. Armentano e Young (1983), apud Van Soest (1994), também reportaram melhora da eficiência ruminal da ordem de 6% quando a produção de acetato e metano foram desviadas para a produção de propionato e butirato no rúmen.

Entretanto, a alteração da proporção de AGVS, embora o principal, não é o único fator responsável pelo resultado benéfico da inclusão de monensina na dieta de bovinos. Schelling (1984) postulou seis modos de ação que, juntos respondem pela maior eficiência alimentar proporcionada pela monensina sódica. São eles:

- Alteração da proporção de ácidos graxos
- Modificação no consumo de alimentos
- Mudança na produção de gases
- Alteração da digestibilidade
- Melhora na utilização de proteínas
- Modificação do enchimento ruminal e da taxa de passagem

Além destes, Schelling (1984) ainda citou uma sétima categoria, compreendendo outros modos de ação da monensina, como aumento da gliconeogênese e do turnover da glicose no organismo, sua função como coccidiostática e até mesmo indícios de

redução no número e vigor das larvas de mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) dos animais tratados.

2.1.3 Benefícios da utilização de ionóforos

Os benefícios das ações biológicas dos ionóforos nos bovinos foram classificados por Bergen e Bates (1984) em três áreas de efeitos:

- Aumento da eficiência do metabolismo energético das bactérias do rúmen e (ou) do animal.
- Melhora do metabolismo do nitrogênio das bactérias do rúmen e (ou) do animal.
- Retardo das desordens digestivas resultantes de fermentação anormal do rúmen, especialmente acidose láctica e timpanismo.

2.1.4 Resultados de desempenho

Goodrich et al. (1984) revisaram os resultados de pesquisas com a monensina sódica envolvendo quase 16.000 cabeças em confinamento nos EUA. Estes autores verificaram que tanto sexo do animal quanto seu peso vivo (idade) não interferiram no padrão de resposta em desempenho, mudança na ingestão de matéria seca ou conversão alimentar provocadas pela monensina. Já o uso de promotores de crescimento, o ganho de peso do grupo controle, o nível de ingestão de energia metabolizável e a concentração de monensina na dieta foram as variáveis de maior interferência na variação em ganho de peso provocada pela monensina.

O ganho de peso do grupo controle foi o principal fator ($P < 0,01$) a correlacionar-se com a variação em ganho de peso provocada pela monensina. Nos experimentos em que o ganho foi baixo, a monensina aumentou mais o ganho diário em comparação aos experimentos nos quais o ganho foi maior. Isso indica que animais menos eficientes em conversão alimentar respondem mais à monensina que os mais eficientes. Entretanto, animais que consumiram maiores quantidades de energia metabolizável responderam mais em ganho de peso quando comparados aos animais com menor consumo de energia. Os autores explicaram este fato sugerindo que animais com menor consumo de

matéria seca responderiam menos à monensina em relação aos animais com maior consumo.

A concentração de monensina na dieta parece influenciar tanto o consumo de matéria seca quanto ganho de peso destes de animais. O consumo de matéria seca foi afetado pela monensina de maneira quadrática, segundo a equação $Y = 0,0697 - 0,0731x + 0,001x^2$. A máxima redução no consumo de matéria seca, segundo estes autores, ocorre em uma concentração de 35,5 mg/kg MS.

Neste sentido, Goodrich et al. (1984) apresentaram os dados de Goodrich et al. (1976), que revisaram 29 experimentos sobre os efeitos da concentração de monensina na dieta de animais confinados. As concentrações de 5,5, 11, 22, e 27,5 g/t permitiram taxas de ganho de peso similares. Entretanto, o consumo de matéria seca declinou à medida que a concentração de monensina na dieta foi maior, de forma que a conversão alimentar foi máxima nos animais que receberam doses de 22 à 33 g/t (Tabela 3).

De maneira geral, a revisão de Goodrich et al. (1984) mostrou um aumento de 1,6% no ganho de peso e redução de 6,4% no consumo de MS, com conseqüente melhora de 7,5% na conversão alimentar dos animais tratados com monensina em confinamento.

Tabela 3 - Influência da concentração de monensina na dieta na performance de animais confinados

Item	Concentração de monensina na dieta, g/t						
	0	5,5	11	22	27,5	33	44
n° de animais	875	177	361	521	142	757	209
Ingestão de monensina, mg	0	51	102	197	242	286	375
Ganho de peso, kg (a)	1,08	1,13	1,13	1,1	1,12	1,08	1,06
Consumo de MS, kg (b)	8,49	8,36	8,36	8,03	7,9	7,8	7,65
CMS/kg GPD (c)	7,89	7,38	7,41	7,31	7,08	7,23	7,22
Incremento %	-	6,5	6,1	7,4	10,3	8,4	8,5

a 0 < 5,5 (P<0,05) e 11 (P<0,01); 5,5 e 11 > 33 (P<0,05 e P<0,01) e 44 (P<0,01); 22 e 27,5 > 44 (P<0,05)
b 0 > 22, 27,5, 33 e 44 (P<0,01); 5,5 > 22, 27,5 (P<0,05) e 33, 44 (P<0,01); 11 > 27,5 (P<0,05) e 22, 33 e 44 (P<0,01); 22 > 33 (P<0,05) e 44 (P<0,01)

c 0 > 5,5, 11, 22, 27,5, 33, 44 (P<0,01); 5,5, 11 e 22 > 27,5 (P<0,01)

Fonte: Goodrich et al. (1976) citado por Goodrich et al. (1986)

Em animais alimentados com dietas à base de forragem, ou em pastejo, os benefícios da monensina sódica na conversão alimentar se traduzem em aumento no ganho de peso, e não na redução do consumo de alimentos, como no caso dos animais confinados.

Potter et al. (1976) conduziram três experimentos à pasto e um experimento com forragem verde picada em confinamento com o intuito de avaliar o efeito de doses de 0, 50, 100, 200, 300 e 400 mg de monensina/cabeça/dia no ganho de peso e conversão alimentar, abrangendo 372 novilhos de corte com 200 à 350 kg de peso vivo. A monensina melhorou o ganho de peso nas doses de 100, 200 e 300 mg/cab/dia. A dose aparentemente ótima (máxima resposta) nestes experimentos foi de 200 mg/cab/dia. O ganho de peso foi 17% maior nesta dose em relação ao controle (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito de diferentes doses de monensina sobre o ganho de peso de bovinos em crescimento consumindo pasto ou forragem picada (kg/dia)

Exper.	Repet.	Duração, dias	Dose de monensina, mg/cabeça/dia					
			0	50	100	200	300	400
1	1	105	0,37	-	0,47	0,51	-	0,39
2	1	168	0,56	0,6	0,7	0,72	-	-
3	1	126	0,68	0,72	0,82	0,78	0,78	0,8
3	2	126	0,7	0,63	0,62	0,68	0,71	0,69
4	1	112	0,48	0,52	0,55	0,56	0,49	0,5
4	2	112	0,51	0,55	0,53	0,61	0,59	0,53
média ajustada ^a			0,54	0,55	0,60 *	0,63 **	0,60 *	0,58

^a Médias ajustadas por experimento e repetição dentro do experimento por análise de variância dos quadrados mínimos. Resíduo médio quadrado foi 0,00152

Médias diferentes do controle pelo teste Dunnett's - t, * P<0,05; ** P<0,01

Fonte: Potter et al. (1976)

No experimento 4 (Tabela 5), conduzido com capim verde picado (composto de uma mistura de várias gramíneas e leguminosas) fornecido no cocho, verificou-se incrementos no ganho de peso dos animais que consumiram monensina dentro da magnitude relatada nos outros experimentos, sem alteração no consumo de alimentos, permitindo uma melhora de 20% na conversão alimentar.

Horn et al. (1981) também avaliaram o desempenho e o consumo de forragem de animais em pastejo recebendo monensina diariamente. Em dois experimentos, a monensina aumentou o ganho de peso em 90 e 70 g/cabeça/dia (P<0,01). O consumo de forragem foi avaliado através do uso de óxido de cromo como marcador, nos animais em pastejo recebendo 0 ou 200 mg de monensina, no momento da inclusão da cápsula de cromo. O consumo de MS foi de 14,88 e 14,36, 14,79 e 13,72 kg/cabeça/dia para os animais dos grupos controle e tratados, nos dois experimentos, respectivamente, não sendo influenciado pelo fornecimento de monensina.

Analisando-se os dados de consumo e desempenho de animais em pastejo e confinamento, conclui-se que a monensina permite ao animal obter mais energia líquida por unidade de alimento consumida.

Tabela 5 - Efeito de diferentes doses de monensina na média de ganho em peso, consumo de alimentos e conversão alimentar (kg alimento/kg ganho) de bovinos recebendo forragem verde picada.

Item	Dose de monensina, mg/cab/dia					
	0	50	100	200	300	400
Ganho de peso diário, kg						
Repetição 1	0,476	0,517	0,553	0,562	0,49	0,503
Repetição 2	0,513	0,549	0,531	0,608	0,585	0,526
média	0,495	0,533	0,542	0,585	0,538	0,515
Incremento %	0,0	7,7	9,5	18,2	8,7	4,0
Consumo de MS, kg						
Repetição 1	7,14	7,05	7,14	7	6,45	6,86
Repetição 2	6,68	6,91	6,86	7	6,68	6,32
média	6,91	6,95	7	7	6,55	6,59
Incremento %	0,0	0,6	1,3	1,3	-5,2	-4,6
Conversão, kg MS/kg de ganho						
Repetição 1	14,89	13,62	12,86	12,41	13,1	13,64
Repetição 2	12,96	12,53	12,97	11,42	11,42	12,03
média	13,92	13,07	12,91	11,91	12,26	12,84
Incremento %	0,0	-6,1	-7,3	-14,4	-11,9	-7,8

Fonte: Potter et al. (1976)

Em pastejo, o consumo de alimento é, em geral, limitado por questões como disponibilidade de forragem e estrutura das plantas, desta forma, enquanto o consumo permanece inalterado, o ganho de peso aumenta. Já em dietas de confinamento, o animal não sofre limitações físicas com relação ao consumo de alimentos, e sim, sua capacidade metabólica de ganho é o determinante do nível de ingestão. Neste caso, a manutenção do ganho de peso com redução no consumo de alimentos parece corroborar a idéia do aumento na energia líquida das dietas aditivadas com monensina sódica.

2.1.5 Modo de fornecimento

O fornecimento de monensina sódica à bovinos em pastejo constitui um desafio. Tratando-se de doses que variam de 50 a 200 mg/cabeça/dia, isto significa 0,5 a 2 g de produto comercial, com 10% do princípio ativo por dia. Enquanto em animais recebendo ração completa o fornecimento destas quantidades não é problema, nos animais em pastejo surge a necessidade de um veículo para o fornecimento da dose correta e na frequência adequada a todos os indivíduos do rebanho.

O uso de suplementos proteinados ou energéticos tem funcionado adequadamente para este objetivo. Os trabalhos de Boling et al. (1977), Oliver (1975), Potter et al. (1976), Horn et al. (1981) entre outros, demonstraram a melhora no desempenho dos animais em pastejo recebendo monensina via suplementação energética ou protéica, em quantidades que variaram de 910g à 230 g de suplemento/cabeça/dia.

Horn et al. (1981) mostraram que o fornecimento de 910 g/cabeça/dia de suplemento energético sem monensina proporcionou ganho de 90 g/cabeça/dia em relação ao controle não suplementado ($P<0,01$), enquanto o mesmo suplemento acrescido de 100 mg de monensina/cabeça proporcionou incremento no ganho de peso de 180 g/cabeça em relação ao controle ($P<0,01$). Verifica-se que 50% da resposta à suplementação, neste caso, foi devido ao ionóforo.

Neste mesmo trabalho, os autores relataram outro experimento em que não houve resposta à suplementação energética sem ionóforo, enquanto o suplemento medicado com monensina permitiu incremento no ganho de 70 g/cabeça/dia ($P<0,01$). Corsi et al. (2001) também concluíram em revisão que a resposta à suplementação protéica ou energética depende da inclusão de ionóforos.

Muller et al. (1986) estudaram o fornecimento de monensina em suplementos energéticos baseados em milho e trigo, com quantidades variando de 0,454 kg a 1,814 kg/cab/dia, de forma que estes eram fornecidos em quantidades limitadas diariamente ou *ad libitum*. Neste último caso o consumo voluntário foi restringido ao mesmo nível dos tratamentos fornecidos diariamente, através da adição cloreto de sódio. Nos tratamentos com monensina, as concentrações desta eram tais para que fossem

fornecidas 200mg/cab/dia. Os autores verificaram que nos tratamentos de consumo voluntário com monensina, a quantidade de cloreto de sódio necessária para limitar o consumo aos patamares desejados foi de 25 a 50% menor em relação aos tratamentos sem monensina.

Entretanto, a viabilidade econômica deste tipo de suplementação nem sempre é uma realidade, pois é dependente da disponibilidade de grãos ou subprodutos da agroindústria, e do custo destes em relação ao produto animal. Outro obstáculo à utilização desta técnica é a necessidade adicional de mão-de-obra em que o fornecimento diário de suplemento implica.

Neste sentido, várias formas de fornecimento de monensina têm sido desenvolvidas. Isto inclui formulações solúveis em água, para fornecimento via bebedouros ou cápsulas de liberação ruminal.

Em nosso país, uma alternativa seria o fornecimento da monensina na mistura mineral. Este tipo de suplementação é largamente aceito pelos pecuaristas por ser de consumo voluntário, reduzindo a periodicidade de fornecimento, além de ser reconhecida a necessidade de se fornecer minerais à animais pastejando gramíneas tropicais.

Entretanto, o consumo de misturas minerais é severamente prejudicado na presença de ionóforos. Gutierrez (1997) observou menor consumo de suplemento mineral acrescido de monensina sódica, por novilhas nelore com aproximadamente 300 kg de peso vivo. O nível de inclusão de monensina no suplemento foi de 3000 ppm, calculado para que um animal consumindo 60 g de suplemento mineral ingerisse em torno de 200 mg de monensina. O tratamento controle apresentou um consumo médio de 84g/cabeça/dia, enquanto o tratamento medicado apresentou um consumo de 50 g/cabeça/dia. Um terceiro tratamento, também medicado, porém contendo 5% de levedura seca como palatabilizante, apresentou um consumo de 54 g/cabeça/dia. Nota-se que mesmo a inclusão deste tipo de palatabilizante não foi suficiente para promover um consumo adequado do suplemento mineral.

Contudo, estes animais consumiram algo em torno de 180 mg de monensina/cabeça/dia, o que significa 30 ppm na dieta total, ao nível de consumo de matéria seca de 2% do peso vivo. Enquanto esta dose é adequada para animais em

confinamento, para animais consumindo forragens tropicais, espera-se um incremento ótimo em desempenho à doses menores, por volta de 100 mg de monensina/cabeça/dia, ou 15 ppm na dieta total (OLIVER, 1975). Provavelmente, por este motivo não foi observada diferença de desempenho entre os tratamentos ($P < 0,05$), já que doses muito elevadas de monensina podem não resultar em incremento no desempenho (GOODRICH et al. 1984, POTTER et al. 1986). O ganho de peso total no período de 140 dias foi de 28,9 kg para o tratamento controle, 29,9 kg para o tratamento com monensina e 30,6 kg para o tratamento com monensina+levedura.

Apesar do consumo médio na dose acima da esperada, houve grande variação de consumo entre os períodos de avaliação (14 dias), possivelmente refletida no consumo diário ou mesmo entre animais do rebanho, fato que também pode ter prejudicado o efeito adequado da monensina no rúmen.

Dixon et al. (2003) concluíram que o fornecimento de 500g/cab/dia de farelo de algodão juntamente com suplemento mineral e uréia foi suficiente para elevar o consumo voluntário de minerais e nitrogênio não protéico por bovinos em pastagens e recomendaram a inclusão de palatilizantes contendo energia ou proteína com o intuito de se elevar o consumo voluntário de substâncias pouco palatáveis. Contudo, a inclusão de apenas 5% de levedura no suplemento feita por Gutierrez (1997) pode ter sido insuficiente como agente estimulante de consumo.

2.1.6 Fatores que regulam o consumo de suplementos

O consumo voluntário de suplementos minerais pelos bovinos pode ser influenciado por diversos fatores, tanto relativos ao animal, quanto ao tipo de suplemento, à maneira de fornecimento e ainda elementos ambientais.

Alguns dos fatores que podem interferir no consumo de suplementos são: neofobia (desconfiança com uma nova forma de suplemento ou tipo de cocho), interações sociais, distância do suplemento em relação à fonte de água, acessibilidade ao cocho, tipo de suplemento, sua forma física e composição química, a qual pode encerrar componentes que favoreçam ou prejudiquem a aceitabilidade pelos animais (BOWMAN; SOWELL, 1997).

Segundo McDowell (1996), a prática de se fornecer minerais para consumo voluntário tem origem na idéia errônea de que os animais possuem a capacidade de identificar suas carências nutricionais e buscar no ambiente os elementos deficientes em seu organismo. Esta idéia surgiu após relatos de campo de pesquisadores sobre animais deficientes em P roendo ossos (THEILER et al., 1924, apud McDOWELL, 1996). Como os ossos são ricos em P, a hipótese era que os animais deficientes possuíam apetite específico pelo elemento. De fato, Becker et al. (1933) apud McDowell (1996) demonstraram que a concentração sérica de P elevava-se à padrões normais após o consumo de farinha de ossos e que, quanto maior o consumo de P via fontes alimentares, menor era o consumo de farinha de ossos.

Entretanto esta atração por ossos foi esclarecida como sendo devido a um estímulo olfativo. O atrativo é um componente orgânico que desaparece quando os ossos são aquecidos à 500 °C. As cinzas, não atraentes, mesmo ricas em P, voltaram a se tornar atrativas a vacas deficientes em P, quando lhes foram adicionados extratos de ossos não tratados termicamente (SCHMIDT-NIELSEN, 1994). O comportamento de bovinos deficientes em P é em verdade um apetite depravado, pois estes podem apresentar atração por substâncias eventualmente pobres em P, como solo, rochas e lascas de madeira.

A realidade é que ruminantes domésticos possuem pouca habilidade em regular o consumo voluntário de minerais de acordo com suas exigências nutricionais. Coppock et al. (1976) não detectaram correlação entre consumo voluntário de cálcio ou fósforo e as respectivas exigências nutricionais em vacas leiteiras em produção, mesmo após um período de depleção das reservas orgânicas de 9 semanas em que estes animais foram submetidos à dietas pobres nestes nutrientes. Da mesma forma, Muller et al. (1977), fornecendo 13 tipos de minerais e vitaminas separadamente, no estilo cafeteria, também constataram que vacas leiteiras não consumiram voluntariamente quantidades suficientes de minerais e vitaminas para suprir sua demanda nutricional, nem o consumo foi maior pelos animais submetidos à dieta com níveis destes nutrientes abaixo da recomendação do NRC, por um período de 16 semanas.

No entanto, o sódio é o elemento regulador de consumo das misturas minerais. O apetite específico pelo sódio é bem documentado na literatura (SCHULKING, 1991;

ROWLAND; FREGLY, 1988, apud FITZSIMONS, 1998). Esta atração pelo sódio e por alimentos que o contém é, segundo Fitzsimons (1998), o motivo pelo qual herbívoros na natureza viajam longas distâncias até locais onde este elemento pode ser encontrado. Alces habitantes da ilha Royale, no Lago Superior (Canadá), crescem e se reproduzem normalmente, sem apresentar os efeitos negativos ocasionados pela carência de sódio, mesmo tendo à disposição forragens que supririam apenas um décimo de suas exigências nutricionais por este elemento. Contudo, durante aproximadamente oito semanas de verão, estes animais se alimentam de plantas aquáticas que possuem uma concentração de sódio 50 a 500 vezes maior que as plantas terrestres locais, o que lhes permite armazenar reservas deste elemento nos fluídos corporais e ossos suficientes até o próximo verão (SCHMIDT-NIELSEN, 1994).

Beauchamp et al. (1992) relataram aumento da preferência por alimentos salgados em 10 humanos voluntários submetidos à uma deficiência de sódio experimentalmente induzida. Este mecanismo fisiológico é conhecido, sendo mediado pela angiotensina II, um peptídeo atuante no hipotálamo responsável pelo desencadear da sede em situações de hipovolemia.

Em situações de carência de Na^+ ou hipovolemia, os níveis séricos de angiotensina II se elevam. De maneira análoga, a administração exógena de angiotensina II leva a ingestão quase imediata de água e uma posterior e mais duradoura avidez por Na^+ (FITZSIMONS, 1998). Este mecanismo é o principal responsável pela regulação da ingestão de misturas minerais por bovinos de corte. Segundo Peixoto et al. (2005), bovinos adultos ingerem, depois de adaptados, 30 a 35 g/cab/dia de cloreto de sódio em condições normais. Determinar se ou até que ponto os animais ingerem NaCl voluntariamente permite carrear outros nutrientes e até mesmo aditivos misturados ao NaCl na proporção adequada.

Contudo alguns ingredientes da formulação podem causar aumento ou redução no consumo voluntário destas misturas. A percepção de odor e sabor em ruminantes está ligada a mecanismos de *feedback* pré e pós ingestivos.

Segundo Provenza (1995), existem atualmente quatro teorias para explicar a maneira como os ruminantes selecionam seu alimento. De acordo com a teoria da eufagia, supostamente os animais possuem a capacidade de sentir o sabor ou cheiro

específicos de nutrientes e toxinas em plantas, levando-os a selecionar alimentos nutritivos ou preterir plantas tóxicas. É pouco provável que isso ocorra, pois sabor, textura e aroma de cada alimento são únicos, já que resultam de uma combinação quase exclusiva de nutrientes, toxinas e outros compostos químicos nutricionalmente inertes. Os adeptos da teoria da edifagia argumentam que animais selecionam alimentos agradáveis ao olfato e paladar, e evitam os que não são. A evolução teria tornado os componentes nutritivos agradáveis e os tóxicos aversivos. Outra teoria baseia-se nas características morfo-fisiológicas, assumindo que as espécies de ruminantes, evoluindo em diferentes ambientes, adquiriram características morfológicas e fisiológicas que propiciam a ingestão de certas plantas em detrimento de outras. O quarto modelo engloba aspectos das três teorias anteriores, e admite que o aprendizado ocorre através de conseqüências do consumo, envolvendo mecanismos de feedback pós ingestivo, levando a conseqüências positivas ou negativas, permitindo a flexibilidade de selecionar dietas nutritivas em ambientes onde os alimentos variam em concentrações de nutrientes e toxinas.

Mas o fato é que bovinos possuem algum grau de preferência de sabor. Goatcher e Church (1970) constataram que os bovinos são mais sensíveis à sacarose em solução na água do que caprinos e ovinos, sendo capazes de diferenciar água pura de solução de sacarose à concentrações menores do que as outras espécies. Neste mesmo trabalho, verificou-se uma preferência dos bovinos por uma solução com 5% de concentração em sacarose, no entanto, a aceitação da solução diminuiu à medida que foi se elevando a concentração do açúcar.

Analogamente, Arnold et al. (1980) identificaram compostos de ocorrência natural em plantas que foram capazes de deprimir o consumo de matéria seca por ovinos, como por exemplo, coumarina 1,5%, gramina 1%, ácido tânico 5%, ácido malônico 1,5% e glicina 2%, com base em matéria seca. Ovinos anosmicos e agustatórios foram afetados da mesma maneira que os normais, indicando que olfato e paladar não estariam envolvidos na rejeição.

Os estímulos sensoriais odor, sabor e aparência dos alimentos são importantes em ruminantes, pois auxiliam os animais na tomada de decisão sobre o que consumir ou não. Entretanto, estes estímulos são coadjuvantes no processo decisório, sendo que as

sensações pós ingestivas (saciedade ou mal estar) são mais importantes (PROVENZA, 1995).

Como exemplo, cordeiros que consumiram soluções de glicose ou sacarina, aromatizadas com sabores diferentes (laranja ou uva), subsequentemente preferiram os sabores associados à glicose (96% vs. 4%) (BURRIT; PROVENZA, 1992).

Da mesma maneira, cordeiros submetidos à acidose ruminal por suplementação com alto grão (1.300 vs. 300 g de trigo) consumiram mais solução de NaHCO_3 a 2% (1.332 g vs. 890 g, $P=0,03$) que os animais controle, apesar do consumo de água pura ter sido semelhante entre os tratamentos, demonstrando a preferência pelo líquido que promoveu atenuação do distúrbio ruminal (PHY; PROVENZA, 1998).

No entanto, ocasionalmente ruminantes ingerem excesso de algum alimento nutritivo, mas que pode levar a consequências pós ingestivas desagradáveis, como o timpanismo, resultado do excesso de ingestão de certas leguminosas, inclusive alfafa. O feedback positivo gerado pelos nutrientes, neste caso, parece sobrepor-se ao feedback negativo do desconforto causado pelo timpanismo.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Informações Gerais e tratamentos

O experimento foi realizado concomitantemente em duas fazendas comerciais (Fazendas São Bento e Serra Negra), no período de 31 de janeiro à 27 de abril de 2007. Foram utilizados 430 bovinos de corte, com peso vivo inicial médio de 250 kg, sendo 320 fêmeas e 150 machos, com idade entre 1 e 2 anos, em sua grande maioria da raça nelore, entretanto alguns animais eram mestiços. Os animais foram identificados individualmente por brinco numerado e colorido de acordo com o tratamento, alocados aleatoriamente em três blocos completos, perfazendo dois blocos com fêmeas (Fazenda São Bento) e um bloco com machos (Fazenda Serra Negra).

Deu-se como um bloco o conjunto de três piquetes que continham os rebanhos recebendo os três tratamentos. Semanalmente, os animais eram alternados entre os piquetes, dentro do mesmo bloco, com o intuito de minimizar os efeitos da pastagem no desempenho dos animais. Os tratamentos adotados foram:

TC – mistura mineral comercial (PROBEEF 60®), Nutron Alimentos LTDA., Campinas -SP), sem ionóforo.

TR – mistura mineral comercial (PROBEEF 60®), aditivada com 1500 ppm de monensina sódica na forma de Rumensin 200®.

TM – mistura mineral comercial (PROBEEF 60®), aditivada com 1500 ppm de monensina sódica em veículo especial (Elanco Saúde Animal

Os suplementos minerais continham 40% de NaCl e 65 g de P/kg.

2.2.2 Áreas Experimentais

Fazenda São Bento

A fazenda localiza-se no município de Queiroz, Estado de São Paulo, latitude S 21°51'14,23", longitude W 50°15'59,39". Foram utilizados seis piquetes de 13 ha cada um, delimitados por cerca elétrica, totalizando 2 blocos completos. Três bebedouros metálicos de 2600 L de capacidade foram instalados de forma a servirem dois piquetes simultaneamente. Em cada piquete foi instalado um cocho de sal coberto com telhas de barro, composto de três metades de tambores plásticos de 200 L de capacidade com 85 cm de comprimento cada totalizando 255 cm lineares.

A pastagem era formada por *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em uma área antes cultivada com sorgo para ensilagem.

O rebanho experimental foi composto por 280 fêmeas da raça nelore e cruzadas nelore-marchigiana, com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo inicial médio de 260 kg. Estas foram alocadas de acordo com a raça em dois blocos completos.

Fazenda Serra Negra

A fazenda localiza-se no município de Lins, Estado de São Paulo, latitude S 21°41' 32" longitude W 49°38'08". Inicialmente foram utilizados três piquetes de 7,5 ha cada, delimitados por cerca elétrica, supridos com água por bebedouros artificiais de concreto abastecidos pela mesma fonte. Os piquetes contaram com um cocho de sal em cada um, cobertos com telhas de zinco ou cimento amianto, sendo um composto de três metades de tambores plásticos de 200 L de capacidade com 85 cm de comprimento cada totalizando 255 cm lineares, e dois feitos de madeira, com igual capacidade, comprimento e altura em relação ao solo.

A pastagem era formada por *Brachiária decumbens* e *Brachiária brizantha* cv. Marandu. As pastagens receberam adubação com 90kg N/ha aproximadamente 45 dias antes do início do experimento. Eventualmente, durante o período experimental, foi necessária a abertura de outros piquetes aos animais devido a baixa disponibilidade de forragem, resultado do intenso ataque de cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*) e pluviosidade abaixo do normal para o período, entretanto, todos os tratamentos tinham acesso a estas áreas e os cochos e bebedouros permaneciam os mesmos.

O rebanho era composto de 150 machos inteiros da raça nelore, com idades variando de 12 a 24 meses e peso vivo inicial de 180 à 320 kg. Inicialmente apartou-se o rebanho em três categorias de peso homogêneas e estas foram então igualmente distribuídas entre os três tratamentos, de forma a evitar grande disparidade entre os lotes.

2.2.3 Determinação do consumo de suplemento pelo rebanho

O consumo de suplemento mineral pelo rebanho foi determinado semanalmente através da diferença entre a quantidade fornecida na semana anterior e a quantidade remanescente (peso seco ao ar) (GUTIERREZ, 1997).

Diariamente os cochos foram vistoriados e reabastecidos quando necessário, para impedir que ficassem vazios. Esta eventual quantidade era então somada ao total fornecido no período.

Eventualmente o suplemento retirado apresentava-se úmido devido a chuvas ou salivação dos animais. Nestes casos, as sobras eram expostas ao ar, à sombra, e pesadas apenas quando seu teor de umidade aparente era similar ao suplemento ainda não fornecido.

2.2.4 Estimativa do consumo individual de suplemento

O consumo individual de suplemento foi estimado em quatro ocasiões, utilizando-se o íon lítio (Li) como marcador sanguíneo, proposta e validada por Suharyono (1992) e confirmada por Dixon et al. (2003), que consiste na estimativa da proporção do consumo do suplemento marcado atribuída a cada animal.

Esta estimativa é obtida multiplicando-se a concentração de lítio no plasma pelo peso vivo do animal. Este valor ($CLi \cdot PV$) para cada animal é expresso como uma porcentagem do total de lítio estimado no corpo dos animais (somatória de $CLi \times PV$ de todo o rebanho). Multiplica-se então esta porcentagem pela quantidade desaparecida de suplemento no cocho durante o período de exposição dos animais ao suplemento marcado (KAHN, 1994).

Para tanto, 24 horas antes da retirada dos animais dos piquetes, as sobras de suplemento mineral dos cochos eram removidas e substituídas pelo mesmo tipo de suplemento, acrescido de 69,7 g de sulfato de lítio (Li_2SO_4).kg de suplemento⁻¹. As sobras eram então removidas e pesadas após a retirada dos animais do piquete para o início do jejum pré-coleta. Na manhã seguinte, eram coletadas amostras de sangue da veia jugular, com auxílio de tubos de coleta à vácuo, identificados individualmente, contendo potássio-EDTA como anticoagulante. As amostras eram então refrigeradas e centrifugadas à 7000 rpm por 10 minutos. Após centrifugadas as amostras foram mantidas congeladas até o momento da análise laboratorial.

A determinação do teor de lítio no plasma sanguíneo foi realizada através da leitura em fotômetro de chama. Para que houvesse volume suficiente para leitura no aparelho e reduzir a viscosidade do plasma, realizou-se uma diluição prévia de 0,5 ml de plasma em 1,0 ml de água destilada. O aparelho foi calibrado com solução padrão de plasma e água destilada na proporção 1:2.

2.2.5 Avaliação da disponibilidade de forragem

A disponibilidade de forragem foi avaliada mensalmente, através do corte ao nível do solo, do material vegetal contido em uma moldura metálica quadrada, de 1m de lado, disposta aleatoriamente em 4 pontos representativos da pastagem (PENATI, 2001). O material recém cortado era pesado ainda no campo para o cálculo da massa de forragem presente. Posteriormente foi determinado o teor de matéria seca do material recolhido após a secagem em estufa, à 70°C, até peso constante.

Quinzenalmente monitorou-se a altura da forragem. A medição foi realizada com régua de 1,5 m, graduada em centímetros, tomando-se como referência o ponto de

curvatura das folhas ou, quando este era ausente, a ponta da folha mais alta, em 30 pontos tomados aleatoriamente em cada piquete.

2.3 Análises estatísticas

Para as variáveis quantitativas com distribuições normais: consumo médio e consumo individual, uma abordagem paramétrica com o uso da análise de variância foi utilizada considerando a estrutura de delineamento usada no experimento. Por se tratar de medidas repetidas no tempo o proc mixed, do software SAS, foi utilizado, pois permite a inclusão do referido efeito na modelagem.

Quando a interação foi significativa entre efeitos, esta foi desdobrada para se efetuar as comparações entre as médias das subclasses. Adicionalmente, quando apenas os efeitos principais foram significativos a comparação direta entre as classes desses efeitos foi realizada. Para ambos utilizou-se o teste t de Student a 5% de probabilidade.

Para a variável probabilidade de consumo, devido ao caráter binomial (consumir ou não consumir), um modelo não-linear é adequado, porém linearizável, logo o modelo foi ajustado utilizando-se a teoria de modelos lineares generalizados proposta por Nelder & Wedderburn (1972), utilizando-se o procedimento GENMOD do software SAS. Denotando-se a esperança matemática $E[Y_t]$ por μ_t , pode-se tornar a expressão linear aplicando o logaritmo natural, obtendo-se então um preditor linear, funcionalmente ligado à média μ_t pela função logit. Desta maneira, o ajuste do modelo foi efetuado considerando que a distribuição dos resultados de cada variável de comportamento estudada (Y) é binomial, com média μ e variância σ^2 , tendo o logaritmo como função de ligação, $\text{Ln}(t)$ sendo t o conjunto variáveis explanatórias. Consideraram-se o efeito de animal em estrutura de medida repetida, os efeitos de bloco e tratamento, o efeito da ocasião de coleta e a interação entre tratamento e ocasião, além do erro associado a cada observação.

As comparações estatísticas foram realizadas sobre as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos com uma aproximação do teste de qui-quadrado sobre a variável linearizada, porém serão apresentadas apenas as médias com as distribuições nas escalas originais, pois estas podem ser facilmente interpretadas.

2.4 Resultados e discussão

2.4.1 Consumo de suplemento pelo rebanho

O consumo de suplemento pelo rebanho foi afetado pela inclusão de monensina nos dois tratamentos, TR e TM ($P=0,0064$), e se comportou de maneira diferente entre as semanas ($P=0,005$) (Figura 2).

Figura 2 – Dinâmica de consumo dos suplementos durante as semanas. TC=cinza, TM=verde, TR=vermelho

Desmembrando os valores de consumo semana a semana, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos nas quatro primeiras semanas de avaliação (Tabela 6). Na 5ª semana, o TR foi inferior ao TC e ao TM. Na 6ª semana o consumo do TM foi intermediário, sendo igual ao TR, contudo ainda igual à TC. Na 7ª semana, o consumo do TC foi superior à TM e TC, assim como na 9ª e 11ª semanas. Exceção feita à oitava semana, quando os consumos foram iguais e à 10ª, quando TM foi igual à TC.

Com a análise de regressão dos dados de consumo semana a semana, verifica-se uma queda no consumo dos dois suplementos tratados durante o período (TR $P=0,05$, TM $P=0,06$), o que indica um possível condicionamento dos animais a uma redução gradual no consumo do suplemento, originada pela monensina (Figuras 3, 4, 5 e 6).

Tabela 6 - Consumo médio semanal dos suplementos minerais (g/cab/dia)

trat.	Semana					
	1	2	3	4	5	6
TR	35 a	33,6 a	32,6 a	30,6 a	32,6 b	31,3 b
TC	54,3 a	50 a	57 a	56,6 a	65,3 a	64 a
TM	41,3 a	49 a	51,3 a	36,6 a	55 a	40,6 ab
e.p.	21,35	13,26	18,48	12,64	6,28	9,94

trat.	Semana					
	7	8	9	10	11	Média
TR	22 b	23,6 a	27,6 b	6,3 b	22,6 b	27,5 b
TC	55 a	39,6 a	45,3 a	48,6 a	64,6 a	56,9 a
TM	35,6 b	33,6 a	27,3 b	30,3 ab	26,6 b	36,1 b
e.p.	6,11	23,39	4,87	14,78	7,31	-

Letras diferentes diferem na coluna, ao nível de 95% de significância.

Figura 3 – Regressão da dinâmica de consumo dos suplementos. TC=cinza, TM=verde, TR=vermelho

Figura 4 – Regressão de consumo do TC. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança ao nível de 95% de significância

Figura 5 – Regressão de consumo do TM. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança ao nível de 95% de significância

Figura 6 – Regressão de consumo do TR. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança ao nível de 95% de significância

Bovinos consomem monensina em suplementos energéticos ou proteinados de maneira constante, contudo o consumo foi gradativamente reduzido nos suplementos minerais tratados avaliados. Além da concentração maior de monensina nestes suplementos, dada a necessidade de fornecimento da dose adequada numa menor porção, a ausência de nutrientes que produzam conseqüências pós ingestivas positivas, como energia ou proteína nos suplementos minerais, associada a algum efeito sensorial no trato digestório superior (boca, língua, faringe) ou inferior (rúmem, intestinos) podem explicar a redução do consumo destas misturas.

Assim como nos casos de timpanismo pelo consumo excessivo de leguminosas, nos suplementos energéticos ou proteinados, o feedback positivo ocasionado pelos nutrientes parece sobrepujar um eventual desconforto sensorial ou ruminal decorrente do ionóforo, o que não existe nos suplementos minerais (PROVENZA, 1994).

Os coeficientes angulares das equações de regressão de TR e TM são muito próximos, traduzindo-se em retas quase paralelas, indicando um padrão de redução similar entre estes tratamentos, demonstrando que a redução deve estar ligada à monensina e não a algum outro componente exclusivo do Rumensin.

Em experimento conduzido por Baile et al. (1979), os animais que receberam dietas aditivadas com Rumensin ou monensina sódica pura apresentaram redução imediata no consumo quando a dieta era composta de 85% de concentrado, ou rejeição no dia seguinte quando a dieta era composta de 92% de volumoso. Os animais que em

um primeiro momento receberam dietas com Rumensin foram capazes de detectar e reduzir o consumo de alimentos aditivados com o produto em uma segunda fase experimental, contudo consumiram dietas tratadas com monensina pura antes de apresentarem o mesmo padrão de redução de consumo.

Analogamente, os animais que receberam apenas a monensina como aditivo na primeira fase não foram capazes de detectar imediatamente Rumensin na dieta da segunda fase experimental, apesar de reduzirem o consumo do alimento com monensina. Estes resultados indicam que, independentemente do estímulo sensorial envolvido, o ionóforo gerou redução no consumo de alimento nos animais, e posteriormente os mesmos foram capazes de identificar a presença da molécula ou do produto comercial no alimento.

2.4.2 Consumo (média das quatro ocasiões) em função da frequência de visita

O consumo médio nas quatro ocasiões foi influenciado pelos tratamentos ($P < 0,0001$) e apresentou interação entre frequência e tratamento ($P < 0,0001$). Este valor de consumo representa a quantidade média consumida em quatro ocasiões. A frequência de visita é a variável que exprime o número de vezes que cada animal visitou o cocho, neste caso, de 0 a 4.

Verificou-se que, dentro de cada tratamento, os menores consumos médios estão associados às menores frequências de visita. Isto indica que os animais não compensaram a menor frequência de visitas ao cocho com uma maior quantidade consumida em cada visita.

A quantidade média consumida foi igual para os animais que visitaram o cocho 3 ou 4 vezes no TR, mostrando que o aumento da frequência de consumo, neste caso, não foi suficiente para aumentar a quantidade consumida, o que pode significar uma espécie de teto de consumo do produto neste tipo de suplemento.

Entre os tratamentos, apenas os animais que visitaram o cocho uma única vez apresentaram consumo médio similar, já para os animais que visitaram o cocho duas, três ou quatro vezes, o consumo médio dos tratamentos com monensina foi sempre inferior ao TC (Tabela 7).

Tabela 7 - Consumo médio das quatro ocasiões em função da frequência de consumo

Freq.	Tratamento					
	TR	e.p	TC	e.p	TM	e.p
1	18,92 cA	4,29	17,04 dA	7,93	11,74 cA	4,54
2	33,13 bB	3,03	43,49 cA	3,45	29,91 bB	2,58
3	47,22 aB	3,61	62,21 bA	3,30	42,05 aB	3,84
4	47,24 aB	5,66	86,17 aA	3,56	-	-

Letras minúsculas comparam na coluna, maiúsculas comparam nas linhas.

Gibb et al. (2001) verificaram que animais em confinamento alimentados apenas uma vez ao dia, visitaram o cocho mais frequentemente e consumiram menos alimento em cada visita, quando receberam dietas com monensina. Neste caso, a monensina atuou como limitador de consumo, ocasionando refeições menores, contudo mais freqüentes.

Da mesma forma, Baile et al. (1979) observaram menor tamanho de bocado (g/bocado) nos animais que receberam monensina na dieta em relação aos animais que receberam monensina sob infusão ruminal, consumindo dietas exclusivas de forragem ou com 85% de concentrado. Entretanto, a taxa de ingestão foi similar nos tratamentos que receberam monensina na dieta ou infundida, contudo inferior ao controle. Conclui-se que a presença de monensina no alimento ocasionou uma ingestão menos intensa acompanhada de bocados mais freqüentes.

Para os animais confinados o alimento fica disponível durante todo o dia. Já os animais em pastejo passam apenas um período do dia próximos ao cocho de suplemento e bebedouro, saindo depois em busca de alimento. Isto pode explicar porque o consumo de suplemento mineral foi reduzido na presença da monensina, já que a menor quantidade consumida por bocado ou em cada visita não pode ser compensada com visitas mais freqüentes ao longo do dia, ou por um maior número de bocados ao longo do dia.

2.4.3 Consumo (média das ocasiões nas quais houve consumo) em função da frequência de visita

Analisando-se o consumo de suplemento apenas nas ocasiões em que este foi diferente de zero, verifica-se diferença entre os tratamentos ($P < 0,0001$), não existindo, porém, influência da interação entre frequência de visita e tratamento ($P = 0,23$).

Isto significa que os animais que visitaram o cocho apenas em uma ocasião (freq. 1), consumiram a mesma quantidade por visita que os animais que visitaram o cocho nas quatro ocasiões (freq. 4), por exemplo, justificando uma análise apenas das diferenças das médias de consumo entre os tratamentos. Neste caso, quando houve consumo, TC foi consumido em maior quantidade em relação à TR, e TR também foi superior à TM (Tabela 8).

Verifica-se que a presença de monensina sódica ou Rumensin nos suplementos minerais reduziu a quantidade de suplemento consumida em cada visita, o que está de acordo com a redução no tamanho do bocado em dietas de confinamento tratadas com este aditivo observadas por Baile et al. (1979) e Gibb et al. (2001).

Tabela 8 - Consumo médio (g/cab/dia) apenas das ocasiões em que houve consumo, em função da frequência de visita

Freq.	Tratamento					
	TR	e.p.	TC	e.p.	TM	e.p.
1	76,97	7,15	63,71	13,23	45,66	7,58
2	66,45	5,05	85,73	5,75	60,20	4,30
3	63,16	6,02	82,97	5,50	55,68	6,40
4	48,42	9,45	85,45	5,94	-	-
média das ocasiões						
média	65,42 B	3,16	83,46 A	3,16	56,17 C	3,19

Letras maiúsculas comparam nas linhas, ao nível de 95% de significância.

2.4.4 Consumo médio dos animais que efetivamente consumiram em função da ocasião de avaliação

Avaliando-se o consumo médio calculado com base apenas nos animais que efetivamente consumiram, em cada data de coleta, verificou-se diferença entre os tratamentos ($P < 0,001$), entre as ocasiões de avaliação ($P < 0,001$) e interação entre tratamento e ocasião ($P < 0,001$).

Na primeira avaliação, os tratamentos que apresentaram os maiores consumos foram TR e TC. Contudo TC não foi diferente de TM, apesar de TM se inferior a TR. Na segunda data de avaliação, não houve consumo de TM, e TC foi maior que TR. Na terceira data avaliada, TM e TR foram iguais e inferiores a TC. Na última coleta, TR foi menor que TM, que por sua vez foi menor que TC (Tabela 9).

Tabela 9 - Consumo médio em função da ocasião de avaliação

Ocasião	Tratamento					
	TR	e.p.	TC	e.p.	TM	e.p.
1	96,56 aA	4,46	84,81 abAB	5,16	75,33 aB	4,71
2	32,95 bB	8,17	73,25 bA	5,52	-	-
3	43,86 bB	5,07	93,97 aA	4,49	39,07 bB	4,81
4	33,70 bC	6,92	78,4 bA	5,37	52,8 bB	7,05

Letras minúsculas comparam na coluna, maiúsculas comparam nas linhas, ao nível de 95% de significância.

Nota-se que, com exceção da primeira avaliação, os tratamentos com monensina foram sempre inferiores ao TC.

Dentro de cada tratamento, o consumo foi maior na 1ª avaliação e reduzido nas demais para os tratamentos com monensina. Já o tratamento controle apresentou um pico de consumo na 3ª avaliação, entretanto este consumo foi igual ao da 1ª avaliação, o qual não diferiu entre a 2ª e 3ª.

Estes dados corroboram a idéia da redução de consumo condicionada citada anteriormente, e refletem os dados de consumo pelo rebanho, em que o consumo foi similar entre os tratamentos nas primeiras semanas, reduzindo-se então para o TR e TM, enquanto o consumo do TC manteve-se estável. O consumo similar entre os tratamentos na primeira avaliação invalida a hipótese de algum estímulo sensorial ou neofobia estarem envolvidos com a redução de consumo dos suplementos medicados, sendo que a redução evidenciou-se posteriormente, possivelmente condicionada por algum estímulo pós ingestivo.

Verifica-se uma tendência de consumo cíclica nos tratamentos com monensina. Ruminantes eventualmente consomem alimentos nutritivos, mas que contém substâncias capazes de causar algum mal-estar. Como exemplo, ovinos mantêm a ingestão de cloreto de lítio por volta de 40 a 60 mg/kg de peso vivo, e aumentam o

consumo quando a concentração deste componente aversivo diminui (duTOIT et al. 1991, LAUNCHBAUGH et al. 1993). Desta maneira estes animais conseguem utilizar recursos alimentares cujas características químicas são variadas, maximizando o consumo de nutrientes minimizando o risco de uma possível intoxicação.

O consumo de alimentos contendo componentes aversivos é usualmente cíclico, com declínios abruptos seguidos por incrementos graduais (PFISTER et al. 1994). Herbívoros aumentam gradualmente o consumo de plantas tóxicas por vários dias. Quando o consumo excede o limiar para determinada toxina, a ingestão da planta declina abruptamente por alguns dias, e depois volta a aumentar, devido às conseqüências pós ingestivas positivas que os animais experimentaram com os nutrientes da planta (BEHAVE, 2001).

Este padrão cíclico de consumo também ocorre em dietas de alto grão, quando a produção de ácidos orgânicos oriunda da rápida fermentação do amido causa mal-estar, levando a redução no consumo até que o pH ruminal se normalize, quando então o consumo volta a subir (HUBER 1976, BRITTON; STOCK, 1987; PROVENZA et al., 1994).

Dixon et al. (2003) também observaram um padrão cíclico de consumo em suplementos líquidos de melaço-uréia. Muito provavelmente o consumo da mistura, neste caso, elevou-se até o momento em que a quantidade de uréia ingerida superou a capacidade metabólica do animal, causando algum mal-estar ruminal, que foi aliviado com o passar dos dias, enquanto o consumo voltava a subir.

2.4.5 Probabilidade de consumo em função da ocasião de avaliação

A probabilidade de consumo pode ser resumida como a porcentagem de animais do rebanho que visitaram o cocho em uma determinada avaliação. Houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,001$), entre avaliações ($P < 0,001$) e interação tratamento x avaliação ($P < 0,001$).

No tratamento TC, a porcentagem de animais que visitaram o cocho foi constante em torno de 65%, com exceção da terceira avaliação quando 91% dos animais visitaram o cocho.

Nos tratamentos medicados com monensina o maior número de visitas ao cocho foi detectado na primeira avaliação. A segunda avaliação foi a que apresentou menor

número de visitas ao cocho para TR e nenhuma visita para TM. A terceira avaliação apresentou uma porcentagem de visitas igual à primeira no TM e a segunda maior no TR. Na quarta avaliação, nos dois tratamentos medicados, o número de visitas foi maior que na segunda e menor que na terceira avaliação (Tabela 10).

Tabela 10 - Probabilidade de consumo em função da ocasião de avaliação

Mês	Tratamentos		
	TR	TC	TM
1	0,93 aA	0,69 bC	0,83 aB
2	0,27 dB	0,62 bA	0,00 cC
3	0,72 bB	0,91 aA	0,74 aB
4	0,38 cB	0,64 bA	0,38 bB

Letras minúsculas comparam na coluna, maiúsculas comparam nas linhas.

A presença de monensina no suplemento ocasionou uma redução no número de animais do rebanho que consumiu o suplemento mineral. Entretanto, Dixon et al. (2003) verificaram uma correlação logarítmica negativa entre a quantidade de suplemento mineral consumida pelo rebanho e a porcentagem de animais que não visitam o cocho. Quanto menor foi o consumo voluntário médio pelo rebanho, maior a porcentagem do rebanho que não consumiu o suplemento.

Deste modo, não é possível afirmar se a redução no número de animais que consumiu o suplemento tratado foi uma consequência da inclusão de monensina ou uma consequência da redução na quantidade de suplemento consumida, causada pelo aditivo.

De qualquer maneira, a porcentagem de animais que não visitaram o cocho, neste trabalho, foi maior do que a verificada por Dixon et al. (2003). Segundo estes autores, o número de animais que não consumiriam o suplemento seria em torno de 10% do rebanho, para um suplemento com consumo voluntário da ordem de 60 g/cabeça/dia.

2.4.6 Frequência média de consumo

A frequência média de consumo é a média das frequências de consumo de todos os animais em cada tratamento. Verifica-se que, em média, cada animal do TC visitou o cocho 2,8 vezes das 4 possíveis, ou em 70% dos dias. Já cada animal do TR visitou o

cocho em 57,5% dos dias, enquanto os animais do TM visitaram o cocho em 50% dos dias, em média.

Esses dados indicam que a monensina reduziu a frequência média com que o animal busca suplemento mineral (Tabela 11).

Tabela 11 - Frequência média de consumo			
variável	TR	TC	TM
n° vezes	2,3 b	2,8 a	2,0 c

P<0,01

Esta frequência de consumo de suplemento pode não ser suficiente para imprimir resultados em animais consumindo suplementos com monensina, tendo em vista que neste trabalho os animais não compensaram a menor frequência de visitas com uma maior quantidade consumida por visita, o que resultaria num consumo de metade da dose adequada, caso este fosse atingido.

Muller et al. (1986) detectaram o mesmo aumento no ganho de peso em animais recebendo suplementos com monensina diariamente ou em dias alternados, contudo, os animais que receberam monensina em dias alternados foram suplementados com o dobro da dose diária que os animais suplementados diariamente receberam.

Do ponto de vista evolutivo, os mecanismos que permitem aos animais feedbacks positivos ou negativos como saciedade ou mal-estar, estão intimamente relacionados com o bem estar nutricional do animal, toxidade e deficiências nos alimentos.

O conceito de palatabilidade deve ser entendido como mais que uma simples questão de sabor. Na verdade, sabor, aroma e textura atuam de maneira interligada com os receptores no sistema digestório e nervoso, identificando substâncias nos alimentos que ocasionem saciedade ou mal-estar em diferentes magnitudes (BEHAVE, 2001). Isto permite aos ruminantes explorarem a diversidade de espécies vegetais em seu ambiente natural, maximizando a ingestão de nutrientes no espaço e no tempo.

2.4.7 Disponibilidade de forragem

Não houve limitação na oferta de forragem aos animais durante o período experimental (Figura 7). A altura do dossel (Figura 8) manteve-se dentro de um intervalo considerado adequado para a espécie *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Brachiaria*

brizantha cv. Marandu manejados sob lotação contínua, (CANO et al., 2004a, CANO et al., 2004b, CECATO et al., 2000, SARMENTO, 2003) existindo inclusive, um acúmulo líquido de massa de forragem no período, mostrando que a produção de forragem foi maior que a demanda. Segundo Hodgson et al. (1994) as respostas dos animais às variações na altura do relvado são mais consistentes do que para a quantidade de forragem, além disso, parâmetro altura é aferido com mais facilidade do que a massa de forragem, motivo pelo qual foram realizadas amostragens de altura semanais, e cortes mensais.

Destaca-se que a diferença de altura da forragem em Lins e Queiroz está relacionada à espécie forrageira de cada propriedade, já que as plantas de *Panicum maximum* possuem altura de pastejo maior do que as espécies de *Brachiária*. Contudo, em ambos os casos o dossel forrageiro foi mantido dentro do intervalo de alturas que permite boa produção de forragem aliada ao bom desempenho animal.

Figura 7 – Dinâmica da massa de forragem disponível

Figura 8 – Dinâmica da altura do dossel forrageiro

3 CONCLUSÃO

A inclusão de monensina sódica no suplemento mineral reduziu a aceitação do mesmo pelos animais.

A inclusão de monensina reduziu a frequência com que os animais visitam o cocho e a parcela do rebanho que realiza a visita em cada ocasião, assim como a quantidade de suplemento consumida em cada visita.

A aversão aos suplementos tratados foi gerada ao longo do tempo, o que indica um condicionamento por estímulo pós-ingestivo, e oriundo da molécula da monensina, e não de algum componente exclusivo do Rumensin.

REFERÊNCIAS

ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 50, p. 147-161, 1999.

ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J. da C. Microbiologia do rúmem. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. de. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 5, p.111-150.

ARNOLD, G.W.; de BOER, E.S.; BOUNDY, C.A.P. The influence of odor and taste on the food preferences and food intake of sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 33, p. 571-587, 1980.

BAILE, C.A.; McLAUGHLIN, C. L.; POTTER, E. L.; CHALUPA, W. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.48, n.6, p.1501-1508, 1979.

BEAUCHAMP, G. K.; BERTINO M.; BURKE D.; ENGELMAN K. Experimental sodium depletion and salt taste in normal human volunteers. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.51, p. 881–889, 1990.

BEHAVE, Behavioral Education for Human, Animal, Vegetation and Ecosystem Management. Logan. In: **Workshop on plant-herbivore interactions: emphasizing application of behavioral principles in management**. Logan: Utah State University, 2001. 1v.

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

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

BORLAUG, N. E. Feeding a world of ten billion people: the miracle ahead. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, Raleigh, v.38, p.221-228, 2002.

BOWMAN, J.G.P.; SOWELL, B.F. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.75, p.543-550, 1997.

BRITTON, R.A.; STOCK, R.A. Acidosis, rate of starch digestion and intake.. In: AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION MP 121. **Feed intake by beef cattle**. Stillwater: Oklahoma State University, 1987. p.125-137.

BURRITT, E.A.; PROVENZA, F.D. Lambs form preferences for non-nutritive flavors paired with glucose. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.1133-1136, 1992.

CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W. do.; RODRIGUES, A.B.; JOBIM C.C.; RODRIGUES, A.M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W.G. do. Produção de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1949-1958 (supl. 2), 2004 a.

] CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W. do.; SANTOS, G.T. dos.; GALBEIRO, S.; MARTINS, E.N.; MIRA, R.T. Valor nutritivo do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1959-1968 (supl. 2). 2004 b.

CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E.N.; et al. Avaliação da produção e de algumas características da rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.660-668, 2000.

COPPOCK, C.E.; EVERETT, R.W.; BELYEA, R.L. Effect of low calcium or low phosphorus diets on free choice consumption of dicalcium phosphate by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.59, n.3, p.571-580, 1976.

CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B.; BALSALOBRE, M.A.A.; PENATI, M.A.; PAGOTTO, D.S.; SANTOS, P.M.; BARIONI, L. G. Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 17º, 2001, Piracicaba, SP. **A planta forrageira no sistema de produção**. Piracicaba, FEALQ, 2001, p.3-70.

DELGADO, C.L. Rising demand for meat and milk in developing countries: implications for grasslands-based livestock production. In: MCGILLOWAY, D.A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. Chap. 2, p. 29-40.

DIXON, R.M.; WHITE, A.; FRY, P.; PETHERICK, J.C. Effects of supplement type and previous experience on variability in intake of supplements by heifers. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.54, p.529-540, 2003.

duTOIT, J.T.; PROVENZA, F.D.; NASTIS, A.S. Conditioned food aversions: How sick must a ruminant get before it detects toxicity in foods? **Applied Animal Behavioral Science**, Amsterdam, n.3, p.35-46, 1991.

FITZSIMONS, J.T. Angiotensin, thirst, and sodium appetite. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.78, n.3, p.583-686, 1998.

GIBB, D.J.; MOUSTAFA, S.M.S.; WIEDMEIER, R. D.; McALLISTER, T. A. Effect of salinomycin or monensin on performance and feeding behavior of cattle fed wheat- or barley-based diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.81, p.253-261, 2001.

GOATCHER, W.D.; CHURCH, D.C. Taste responses in ruminants. III – Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to sucrose and sodium chloride. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.31, p.373-382, 1970.

GOODRICH, R. D.; LINN, J.G.; SCHAFER, J.C.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on feedlot performance – A summary of university trials. **Minnesota Cattle Feeder's Report**, St. Paul, MN B, p. 214, 1976.

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, n.6, p.1484-1497, 1984.

GUTIERREZ, R.R.V. **Efeito da monensina sódica misturada ao sal mineral no desempenho produtivo de bovinos da raça nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens***. 1997. 34 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 1997.

HODGSON, J. **Gazing management: Science into Practice**. Essex, UK: Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

HORN, G.W.; MADER, T. L.; ARMBRUSTER, S. L.; FRAHM, R. R. Effect of Monensin on ruminal fermentation, forage intake and weight gains of wheat pasture stocker cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.52, n.3 p.447-454, 1981.

HUBER, T.L. Physiological effects of acidosis on feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.43, p.902-909. 1976.

KAHN, L.P. The use of lithium chloride for estimating supplement intake in grazing sheep: estimates of heritability and repeatability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.45, p.1731-1739, 1994.

KEMP, D.R.; MICHALK, D.L. Grasslands for production and the environment. In: MCGILLOWAY, D.A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. Chap. 14, p. 193-208.

LAUNCHBAUGH, K.L.; PROVENZA F.D.; BURRITT, E.A. How herbivores track variable environments: Response to variability of phytotoxins. **Journal of Chemical Ecology**, Norwell, n.19, p.1047-1056, 1993.

MacRAE, J.C.; LOBLEY G.E. Some factors which influence thermal energy losses during the metabolism of ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.9, p.447-456, 1982.

McDOWELL, L.R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.60, p.247-271, 1996.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 84, p.194-203 E, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15 ago 2007.

MULLER, L.D.; SCHAFFER, L.V.; HAM, L.C.; OWENS, M. J. Cafeteria style free-choice mineral feeder for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.60, p.1574-1582, 1977.

MULLER, R.D.; POTTER, E. L.; WRAY, M. I.; RICHARDSON, L. F.; GRUETER, H. P. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate-day feeding schedule. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.62, p.593-600, 1986.

NELDER J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)**, London, v.135, n.3, p.370-384, 1972.

OLIVER, W.M. Effect of monensin on gains of steers grazed on coastal bermudagrass. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.41, n.4, p.999-1001, 1975.

PEIXOTO, P.V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.25, n.3, p.195-200, 2005.

PENATI, M.A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo**. 2003. 117 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PFISTER, J.A.; PROVENZA, F.D.; MANNERS, G.D.; GARDENER, D.R.; RALPHS, M.H. Tall larkspur ingestion: Can cattle regulate intake below toxic levels? **Journal of Chemical Ecology**, Amsterdam, v.23, n.3, p.1561-1573, 1997.

PHY, T.S.; PROVENZA, F.D. Sheep fed grain prefer foods and solutions that attenuate acidosis. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.954-960, 1998.

POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; RATHMACHER, R.P. Effect of monensin on the performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.43, n.3, p.665-670, 1976.

POTTER, E.L.; MULLER, R.D.; WRAY, M.I.; CARROLL, L.H.; MEYER, R.M. Effect of monensin on the performance of cattle on pasture or fed harvested forages in confinement. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.62, p.583-592, 1986.

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

PROVENZA, F.D.; ORTEGA-REYES, L.; SCOTT, C.B.; LYNCH, J.J.; BURRITT, E.A. Antiemetic drugs attenuate food aversions in sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, n.72, p.1989-1994, 1994.

PROVENZA, F.D. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. **Journal of Range Management**, v.48, p.2-17, 1995.

RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.43, p.657-664, 1976.

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

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, D.C., v.55, n.1, p.1-6, 1989.

SARMENTO, D.O. de L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

SCHIMIDT-NIELSEN, K. How are control systems controlled? **American Scientist**, Research Triangle Park, v.82, p.38-44, 1994.

STROBEL, H.J.; RUSSELL, J.B. Effects of pH and energy spilling on bacteria protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.69, p. 2941-2947, 1986.

SUHARYONO, J. **Estimation of dietary intake in sheep, using lithium as a marker**. 1992. 92 p. Dissertação (Mestrado em Animal Science). University of New England, Armidale, N.S.W, 1992.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.32, p.1591-1602, 2003.

TILMAN, D.; CASSMAN, G.K.; MATSON, P.A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural Sustainability and intensive production practices. **Nature**, London, v.418, p.671-677, 2002.

VALLENTINE, J.F. **Grazing Management**. San Diego: Academic Press, 1990. 533p.

Van SOEST, P. **Nutritional ecology of ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.