

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA BOVINOS DE
CORTE ESTABULADOS RECEBENDO SUPLEMENTO
CONCENTRADO**

Ibrahim Miranda Cortada Neto

CAMPO GRANDE, MS
2014

2014		PROMOTORES DE CRESCIMIENTO PARA BOVINOS DE CORTE ESTABULADOS RECEBIENDO SUPLEMENTO CONCENTRADO		CORTADA
------	--	---	--	---------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA BOVINOS DE
CORTE ESTABULADOS RECEBENDO SUPLEMENTO
CONCENTRADO**

Growth promoters for beef cattle stabled receiving supplement

Ibrahim Miranda Cortada Neto
Zootecnista

Orientador: Professor Dr. Gumercindo Lorian Franco

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Mato Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2014

IBRAHIM MIRANDA CORTADA NETO

**PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA BOVINOS DE CORTE ESTABULADOS
RECEBENDO SUPLEMENTO CONCENTRADO**

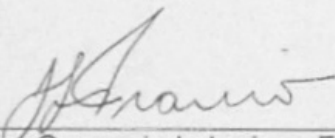
GROWTH PROMOTERS FOR BEEF CATTLE STABLED RECEIVING SUPPLEMENT

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de mestre em Ciência Animal.

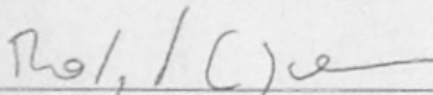
Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado (a) em: 20/02/2014

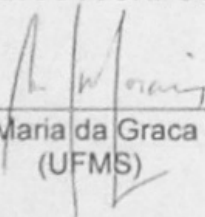
BANCA EXAMINADORA:



Doutor Gumerindo Lorian Franco
(UFMS/Orientador)



Doutor Rodrigo da Costa Gomes
(EMBRAPA/CNPGC)



Doutora Maria da Graça Morais
(UFMS)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ibrahim Miranda Cortada e Veronique Micheline Cloude Louvet Cortada, pelo incentivo, apoio e confiança em mim depositada.

Aos meus avós Marcel Louvet e Marie Jose Louvet exemplos de vida, e fontes de apoio constante.

Às minhas irmãs Alessandra Louvet Cortada e Marie Louise Louvet Cortada, que sempre me apoiaram, bem como a todos meus demais familiares, que de alguma forma me auxiliaram durante esta caminhada.

À minha namorada e companheira Heloisa Staniszewski, pelo auxílio, amizade, carinho e compreensão.

Aos meus colegas, que são acima de tudo AMIGOS e sempre estiveram comigo, compartilhando os bons momentos e me ajudando nas horas de dificuldade.

A todo o pessoal da FAMEZ, que me auxiliou na condução do projeto de pesquisa.

À Capes pela concessão da bolsa de estudo, fundamental para realização das minhas atividades acadêmicas.

A todos meus professores, desde minha alfabetização, pelos ensinamentos transmitidos, que gradativamente se complementaram.

Em especial ao professor Gumerindo Lorian Franco, pelos dois anos de orientação, que em momento algum mediu esforços para ensinar e guiar-me na busca pelo conhecimento, fazendo com que eu me encantasse cada dia mais pela nutrição de ruminantes, tendo-o como exemplo de profissional.

OBRIGADO!

RESUMO

Cortada Neto, I. M. **Promotores de Crescimento para bovinos de corte estabulados recebendo concentrado**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2014.

Os aditivos promotores de crescimento tem sua utilização bastante difundida em confinamento, onde têm a função de minimizar problemas metabólicos, melhorar eficiência alimentar e aumentar desempenho. Apesar de poucos estudos sobre a utilização dos aditivos promotores de crescimento para animais criados a pasto, os ionóforos possuem potencial para melhorar a eficiência de animais criados nestes sistemas. Neste intuito, objetivou-se avaliar a inclusão de aditivos promotores de crescimento sobre a ingestão voluntária, degradabilidade, digestibilidade e variáveis ruminais em novilhos estabulados. Utilizou-se 4 novilhos anelados cânulados no rúmen, com peso corporal (PC) de 439 ± 38 kg, recebendo feno de *Panicum maximum* cv Massai (PB = 36 g/kg MS, FDN = 788,3 g/kg MS) e suplemento energético (PB = 184,7 g/kg MS, FDN = 169,5 g/kg MS). Os tratamentos experimentais consistiram no fornecimento de 0,75 mg/kg PC do princípio ativo dos seguintes promotores de crescimento: CONT – controle, LASA - lasalocida sódica, SALI - salinomicina sódica e VIRG - virginiamicina. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino (4x4). Não houve efeito da adição de promotores de sobre a ingestão voluntária, sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes e os valores de pH no líquido ruminal. O desaparecimento da matéria seca, como média dos tempos de incubação, foi menor ($P < 0,05$) para os tratamentos SALI e VIRG (37,31% e 36,5%, respectivamente) quando comparado com o tratamento CONT e LASA (39,24% e 38,57%, respectivamente). O tratamento SALI reduziu ($P < 0,05$) a concentração média de NH_3 ruminal (10,65 mg/dL) em comparação ao CONT (12,74 mg/dL). A salinomicina sódica reduziu a degradação ruminal da proteína, sugerindo um maior escape de proteína para o abomaso. A inclusão de salinomicina sódica e virginiamicina prejudicam a degradação ruminal da MS e FDN podendo comprometer o desempenho de animais mantidos em pastejo.

Palavra-chave: aditivo, fermentação ruminal, ionóforo, ruminantes, suplementação.

ABSTRACT

Cortada Neto, I. M. **Growth promoters for beef cattle stabled receiving supplement.** 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2014.

The additive growth promoters has been largely used in feedlot, where they have the function to minimize metabolic problems, improve feed efficiency and increase performance. Although few studies evaluating the use of growth promoting additives for animals raised on pasture, ionophores have the potential to improve the efficiency of animals feeding forage. This study aimed to evaluate the inclusion of additive growth promoters on voluntary intake, degradability, digestibility and ruminal variables in feedlot steers. We used 4 Nellore steers cannulated in the rumen and body weight (BW) of 439 ± 38 kg receiving hay *Panicum Maximum* cv. Massai (PB = 36 g / kg DM, NDF = 788.3 g / kg DM) and energy supplement (CP = 184.7 g / kg DM, NDF = 169.5 g / kg DM). The experimental treatments consisted on supplying 0.75 mg / kg BW of the active principle of the following additives growth promoters: CONT - control, LASA - lasalocid, SALI - salinomycin sodium and VIRGINIA - virginiamycin. The experiment use a Latin square design (4x4). No effect of the addition of promoters on voluntary intake, on apparent digestibility of nutrients and pH of the rumen fluid. The disappearance of dry matter as average of incubation times was lower ($P < 0.05$) for SALI and VIRGINIA treatment (37.31% and 36.5%, respectively) when compared to treatment CONT and LASA (39.24% and 38.57%, respectively). SALI treatment decreased ($P < 0.05$) the average concentration of ruminal NH_3 (10.65 mg / dl) compared to the CONT (12.74 mg / dL). Sodium salinomycin reduces ruminal protein degradation, suggesting a higher protein to escape the abomasum. The inclusion of sodium salinomycin, and virginiamycin impair ruminal DM and NDF disappearance and may compromise the performance of animals kept at pasture.

Key-word: additive, ionophore, ruminal fermentation, ruminants, supplementation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. Histórico dos promotores de crescimento.....	2
2. Moléculas e mecanismos de ação dos ionóforos.....	4
3. Molécula e mecanismo de ação da virginiamicina.....	5
4. Benefícios dos promotores de crescimento sobre a fermentação ruminal, digestão e absorção de nutrientes.....	6
4.1 Energia.....	6
4.2 Proteína.....	7
5. Resultados de desempenho de bovinos de corte recebendo promotores de crescimento.....	8
6. Benefícios dos promotores de crescimento na prevenção de distúrbios metabólicos e abscessos hepáticos.....	10
REFERÊNCIAS.....	12

Inclusão de Aditivos Promotores de Crescimento em Suplemento Concentrado para Bovinos. Ingestão Voluntária, Degradabilidade, Digestibilidade e Variáveis Ruminais

Resumo.....	16
Abstract.....	17
1. Introdução.....	18
2. Material e Métodos.....	19
3. Resultados e Discussão.....	25
4. Conclusão.....	36
Referência.....	37

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, estimado em 213 milhões de cabeças e desde setembro de 2003 é o maior exportador de carne (FUNDAÇÃO IBGE, 2013). Do total de bovinos abatidos no país, em torno de 44 milhões de cabeças, 95% são produzidos exclusivamente a pasto e mesmo no período das águas, época em que as forrageiras apresentam uma ótima combinação entre produção e valor nutritivo, considerando estar dentro da capacidade de suporte dos pastos, o ganho de peso dos animais fica muito aquém do seu potencial genético, devido, principalmente, a ineficiência de alguns processos fermentativos ruminais. Assim, há necessidade de buscar tecnologias que possam melhorar a eficiência de utilização deste recurso.

Os ionóforos e antibióticos promotores de crescimento, empregados inicialmente em dietas ricas em grãos para animais em confinamento, devido ao seu comprovado efeito em evitar a acidose ruminal e melhorar a conversão alimentar, atuam nas bactérias ruminais selecionando as produtoras de ácido propiônico, e por consequência, diminuindo a produção e eliminação de gás metano (CH_4). Em tese, se utilizado – ionóforos - em animais criados em pastagens, isso levaria a um melhor aproveitamento do pasto ingerido, melhorando então a taxa de ganho de peso dos animais, além de diminuir os impactos ambientais da pecuária através da redução da liberação de metano (BRETSCHNEIDER et al., 2008).

No entanto, no Brasil poucos são os trabalhos que avaliaram a utilização dos ionóforos ou antibióticos promotores de crescimento para animais criados em pastagens recebendo suplementação. Os promotores de crescimento poderiam ser administrados aos bovinos incorporados à suplementação farelada, sendo assim, sua inclusão no sistema de produção não modificaria o manejo tradicional das propriedades e não dependeria de altos investimentos em infra estrutura, possibilitando assim a massificação de uma tecnologia até então utilizada somente para os animais em confinamentos. Ressalta-se que os princípios ativos de ionóforos como a monensina sódica, lasalocida, salinomina e o antibiótico virginiamicina são autorizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, IN nº13, 2004).

Alguns resultados de pesquisa mostraram que dependendo do princípio ativo o efeito de antibiótico ou ionóforo pode ser positivo sobre o ganho de peso de bovinos mantidos em pastagens (BRETSCHNEIDER et al., 2008). Porém, existe a necessidade de obtenção de

resultados mais consistentes para concluirmos qual o real efeito dos aditivos antibióticos e ionóforos em relação às alterações metabólicas e respostas produtivas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão de aditivos promotores de crescimento para bovinos estabulados recebendo suplemento concentrado sobre a ingestão voluntária, desaparecimento da matéria seca e da fibra em detergente neutro, digestibilidade dos nutrientes e variáveis ruminais.

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. HISTÓRICO DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Os primeiros relatos de efeitos de antimicrobianos como melhoradores de desempenho em animais de produção datam da década de 1940, e curiosamente esses efeitos foram descobertos por acaso, em experimentos cujos objetivos principais eram outros que não o aumento nos índices produtivos (PAGE, 2003). Moore et al. (1946) perceberam aumento no peso de frangos que receberam, por via oral, a combinação dos antibióticos sulfasuxidina e estreptomicina, enquanto o objetivo principal do experimento era a “esterilização” do trato gastro intestinal das aves, com a ideia de utilizar esses animais posteriormente em experimentos de exigências nutricionais de vitaminas, sem interferências de “vitaminas intestinais”.

Harned et al. (1948) estudando as propriedades farmacológicas da clortetraciclina (p. ex. a absorção, excreção e toxicidade), notaram que o peso de pintinhos aumentou de 81 gramas em um grupo controle, para 99 gramas nos animais tratados com o medicamento, e relataram ainda que os pintinhos tratados aparentemente se mostravam mais saudáveis, e que não ocorreram mortes de animais desse grupo, contra duas mortes para o grupo controle. Foi relatado também que a diferença no desempenho se manteve pelas seis semanas subsequentes.

Testando um caldo de fermentação de *Streptomyces aureofaciens*, subproduto da fabricação de clortetraciclina, como fonte de vitamina B₁₂ em comparação a uma fonte de via cristalina, Stokstad & Jukes (1949) notaram aumento no ganho de peso de frangos que recebiam o caldo de fermentação. Este efeito ocorreu em decorrência de resíduos de clortetraciclina presente no resíduo de fermentação. Posteriormente os referidos autores verificaram o mesmo efeito adicional na produção de perus e suínos, dando início aos estudos para utilização de antimicrobianos como promotores de crescimento na década de 1950.

O primeiro ionóforo descoberto foi a lasalocida sódica, inicialmente chamada de X537A, que foi isolada de uma bactéria (posteriormente denominada *Streptomyces*)

encontrada no solo do Hyde Park em Massachusetts, EUA (BERGER et al., 1951). Foi verificado que a ação desta molécula era seletiva sobre as bactérias gram-positivas, mantendo íntegras as gram-negativas.

A monensina sódica foi a segunda molécula de ionóforo descoberta, no ano de 1967 (AGTARAP et al., 1967). Ainda no final da década de 1960 foram demonstrados os primeiros resultados positivos da monensina como coccidiostático para aves, e no início da década de 1970 foram encontrados resultados positivos no desempenho de bovinos, tanto a pasto quanto em confinamento (PAGE, 2003).

A busca por novas moléculas de ionóforos continuou, até que em 1972, foi isolado a salinomicina a partir de amostras de solo de Fuji, Japão (PAGE, 2003). E logo em seguida também foram demonstrados seus efeitos como promotores de crescimento.

Outro antibacteriano bastante utilizado como promotor de crescimento para animais de produção é a virginiamicina, que é um antibiótico da classe das estreptograminas. A virginiamicina foi isolada na década de 1950 de uma cepa mutante de *Streptomyces virginiae*, originária de solos da Bélgica (VAN DIJCK, 1955).

Segundo a Instrução Normativa nº13 do dia 30/12/2004, emitida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, são regulamentados para o uso como promotores de crescimento os ionóforos monensina sódica, lasalocida sódica e salinomicina sódica, bem como os antibióticos virginiamicina, bacitracina de zinco e flavomicina.

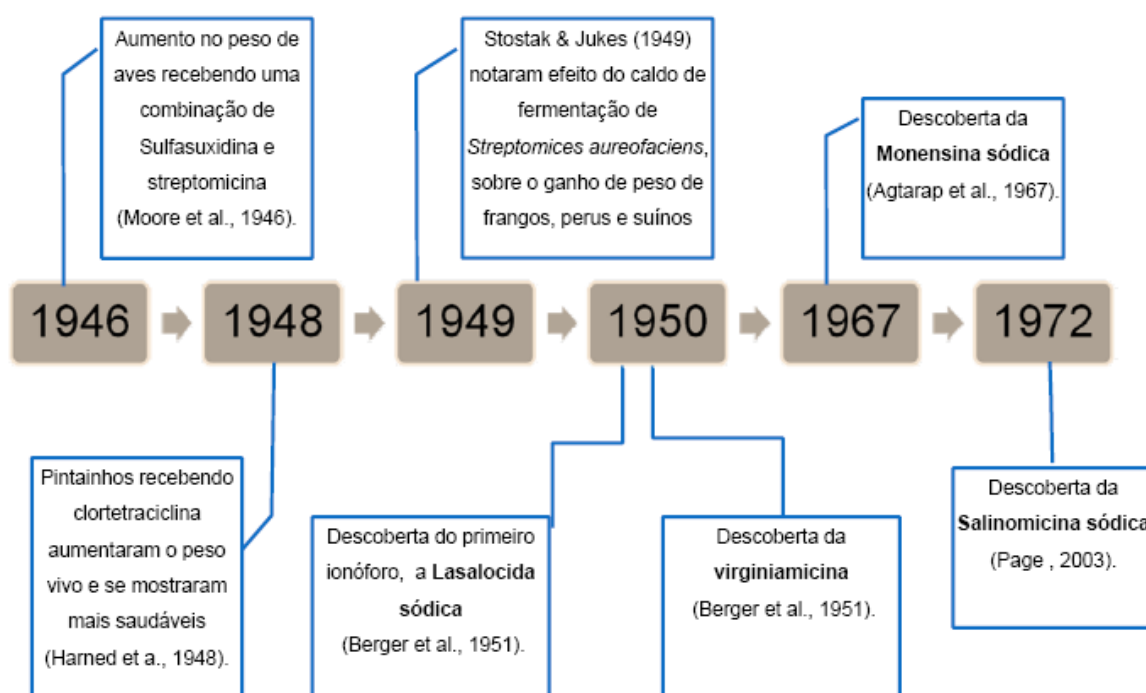


Figura 1 – Linha do tempo com a descoberta de aditivos promotores de crescimento

2. MOLÉCULAS E MECANISMOS DE AÇÃO DOS IONÓFOROS

O nome “ionóforo” tem como tradução do grego “carregador de íons”. São substâncias altamente lipofílicas, com superfície exterior hidrofóbica e interior hidrofílica e com capacidade de se ligar a cátions. Estas moléculas possuem peso molecular entre 500 e 2.000 Dalton, sendo esta a característica que determina a capacidade dos ionóforos de atuarem sobre as bactérias gram-positivas. Uma vez que, bactérias gram-negativas possuem dupla camada lipídica, impermeáveis a substâncias com peso molecular maior do que 600 Dalton (RUSSEL & STROBEL, 1989).

Dentre os ionóforos, a monensina sódica é o que tem o mecanismo de ação mais bem descrito, e acredita-se que a lasalocida sódica e a salinomicina sódica apresentem o mesmo comportamento, diferenciando-se da monensina apenas pela escala de afinidades com cátions.

A monensina sódica forma complexos lipossolúveis com cátions. Esta molécula protonada se adere às bactérias gram-positivas, solubilizando-se no citoplasma e alterando a permeabilidade da membrana celular. Como consequência do aumento na permeabilidade da membrana, inicia-se um processo de troca de íons de K^+ do meio intracelular com íons de H^+ do meio extracelular. Este influxo de H^+ provoca a redução no pH do meio intracelular e, consequentemente, desequilíbrio homeostático (RUSSEL & STROBEL, 1989).

Na tentativa para reverter o desequilíbrio intracelular a célula ativa mecanismos de homeostase, consumidores de energia, expulsando prótons de H^+ . No entanto, estes mecanismos são insuficientes para manter a neutralidade do meio intracelular. Em função do aumento na permeabilidade provocado pela monensina, inicia-se a troca de íons de H^+ do meio intracelular com íons de Na^+ do líquido ruminal, aumentando a concentração osmótica no meio intracelular e, provocando um influxo de água como tentativa de equilibrar a concentração osmótica. As alterações causadas pela monensina provocam a morte bacteriana como consequência da interrupção das atividades vitais, exaustão ou rompimento da membrana celular causado pelo influxo de água (Tabela 1) (RUSSEL & STROBEL, 1989).

A monensina apresenta dez vezes mais afinidade por Na^+ do que por K^+ (PRESSMAN & FAHIM, 1982), porém sua ação nas bactérias microbianas é realizada principalmente utilizando K^+ . Isto ocorre porque o gradiente de concentração do K^+ é em torno de 25 vezes maior que o de Na^+ , tornando o efluxo de K^+ mais exergônico que o de Na^+ (RUSSEL, 1987). Assim como ocorre na monensina, cada ionóforo possui uma escala de afinidade de íons própria (Tabela 2).

122 Tabela 1 - Efeito da monensina sódica sobre o potencial de membrana e cátions intracelulares
123 de *Streptococcus bovis*

Variáveis	Valores	
	Controle	Monensina Sódica
pH – extracelular	6,65	6,65
pH – intracelular	7,08	6,2
Gradiente químico (mV)	-26	+28
Gradiente elétrico (mV)	77	71
Força Próton-motora (mV)	103	43
K – extracelular (mM)	9	9
K – intracelular (mM)	613	134
Na – extracelular (mM)	89	93
Na – intracelular (mM)	237	543

124 Adaptado de Russel & Strobel (1989)

125
126 Tabela 2 - Escala de afinidade de íons dos ionóforos monensina sódica, salinomicina sódica e
127 lasalocida sódica

Ionóforo	Escala de Afinidade
Monensina sódica	$\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Li}^+ > \text{Cs}^+$
Lasalocida sódica	$\text{Ba}^{++} > \text{Sr}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++}$ $\text{Cs}^+ > \text{Rb}^+ \sim \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+$
Salinomicina sódica	$\text{Rb}^+, \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Sr}^{++} > \text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++}$

128 Adaptado de: Pressman (1976) e Mitani et al. (1975)

129

130 3. MOLÉCULA E MECANISMO DE AÇÃO DA VIRGINIAMICINA

131

132 A virginiamicina é uma mistura natural de dois componentes químicos distintos,
133 denominados fator M e fator S, em uma combinação aproximada de 4:1 (M:S). O fator M
134 apresenta peso molecular de 526 Dalton e o fator S 824 Dalton (CHAMPNEY & TOBER,
135 2000).

136 Os dois compostos isoladamente apresentam efeito contra bactérias gram-positivas,
137 mas quando combinados, apresentam um efeito sinérgico que potencializa em torno de dez
138 vezes seu efeito (VAN DIJCK et al., 1957).

139 A virginiamicina penetra através da membrana celular das células microbianas, e
140 forma ligações irreversíveis no sítio 50S dos ribossomos, impedindo a síntese proteica celular
141 através da inibição da transcrição de RNA (COCITO, 1979; PAGE, 2003).

142 O desequilíbrio causado nos processos metabólicos essenciais que necessitam de
143 proteína faz com que o crescimento bacteriano seja inibido (bacteriostase) ou provoca a morte
144 bacteriana (efeito bactericida). Mesmo que pequenas concentrações de virginiamicina tenham

entrado em contato com a parede celular bacteriana por pouco tempo, o crescimento bacteriano é inibido por um longo período mesmo após a retirada da virginiamicina (bacteriopausa) (COCITO, 1979; PAGE, 2003)

4. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL, DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

4.1 ENERGIA

A dieta ingerida pelos ruminantes é fermentada por bactérias ruminais e, como resultado do processo fermentativo tem-se a produção de ácidos graxos voláteis (AGV), bem como, de outros subprodutos. Os ácidos acéticos, propiônico e butírico são os principais ácidos graxos voláteis produzidos, sendo estes absorvidos e utilizados como fonte de energia pelos ruminantes. Para animais alimentados com dietas à base de forragem os AGV podem fornecer entre 50 a 85% do total da energia metabolizável (CHURCH, 1998).

As bactérias gram-positivas são as principais produtoras de acetato e butirato. Sendo que, as vias fermentativas utilizadas para produção destes ácidos graxos voláteis liberam quantidades significativas de CO₂ e H₂. O acúmulo de prótons de hidrogênio provoca a acidificação do meio ruminal, e a produção de metano (CH₄) é utilizado como mecanismo para drenar o hidrogênio ruminal. A emissão de metano é responsável por perda de 2 a 12% da energia bruta ingerida (JOHNSON & JOHNSON, 1995)

As bactérias produtoras de ácido acético e butírico são sensíveis a ação dos promotores de crescimento, enquanto as bactérias produtoras de ácido propiônico são resistentes. A inclusão de promotores de crescimento não interfere na quantidade total de bactérias ruminais, mas aumenta a proporção de bactérias gram-negativas (DAWSON & BOLING, 1983). Essas alterações provocam poucas mudanças nas quantidades totais dos ácidos graxos voláteis produzidos, mas modificam a proporção de produção dos mesmos, reduzindo a quantidade de acetato e butirato, e aumentando propionato (ROGERS et al., 1997).

Bagley et al. (1988) utilizando diferentes níveis de salinomicina na dieta de bovinos criados a pasto e suplementados com milho, na quantidade de 900 g/animal/dia, notaram aumento da concentração de propionato e redução nas concentrações de acetato e butirato a medida que aumentava a dose do promotor de crescimento.

Modificações nas produções de ácidos graxos voláteis também foram observadas quando se realiza a inclusão de monensina na dieta de bovinos ou ovinos, aumentando a proporção de ácido propiônico e reduzindo o acético (ROGERS et al., 1997; GARCIA et al., 2000; QUINN et. al., 2009).

As alterações provocadas pelos promotores de crescimento nas produções dos ácidos graxos voláteis aumentam a eficiência da utilização da energia dos alimentos, sendo atribuído um aumento de 12% na energia líquida de manutenção das dietas quando se utiliza ionóforo (NRC, 2000).

4.2 PROTEÍNA

A proteína de origem dietética é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). Os microorganismos ruminais realizam a desaminação e degradação da PDR liberando aminoácidos, peptídeos e amônia (SANTOS, 2002).

Parte dos compostos produzidos durante o processo de degradação ruminal da proteína são utilizados pelos microorganismos na síntese de proteína microbiana e multiplicação celular, e o excesso de amônia é absorvido para corrente sanguínea através das papilas ruminais, detoxificada no fígado e transformado em ureia. A ureia produzida no fígado pode retornar ao rúmen via saliva ou pelo epitélio ruminal, sendo o excesso excretado na urina (LEHNINGER et al., 1995). Peptídeos e aminoácidos provenientes da degradação ruminal da proteína não incorporados nas células microbianas podem passar para o duodeno onde serão absorvidos como aminoácidos.

A utilização de promotores de crescimento altera o metabolismo do nitrogênio. Os ionóforos reduzem a degradação da proteína e o acúmulo de nitrogênio amoniacal (VAN NEVEL & DEMEYER, 1977). Este efeito ocorre em função da ação dos ionóforos sobre as espécies de bactérias *Peptostrepococcus* e *Clostridium*, especificamente as bactérias *Peptostrepococcus anaerobius*, *Clostridium aminophilum* e *Clostridium sticklandii*, que produzem de 18 a 39 vezes mais amônia que outras espécies, em razão da utilização de aminoácidos como fonte de energia para seu crescimento (PASTER et al., 1993; RUSSEL et al., 1988).

A redução na população de bactérias proteolíticas faz com que uma maior parte da proteína de origem dietética escape da desaminação e degradação ruminal, chegando ainda íntegra para digestão no abomaso e absorção no intestino delgado (CHEN & RUSSELL,

1991). Este fato torna interessante a utilização de ionóforos em dietas que contém fontes de proteínas com aminoácidos de alto valor biológico.

Vários estudos demonstraram haver reduções na quantidade de amônia ruminal com a utilização de monensina (CHEN & RUSSELL, 1991; RUSSELL & MARTIN, 1984), ou salinomicina (WEBB et al., 1980). Estas reduções na quantidade de amônia ruminal são devido à diminuição da desaminação e degradação das proteínas dietéticas.

A redução da degradação proteica e consequentemente da amônia ruminal, leva a otimização da proteína pelo animal, visto que uma menor quantidade de N será excretada via urina, gerando também economias energéticas, pois para cada grama de N excretado via urina são gastos de 13,3 kcal de Energia Digestível nos processos de detoxificação e excreção (BRODERICK & CLAYTON, 1997).

A maior retenção de N pelo animal pode ser demonstrada pelo aumento na digestibilidade aparente da proteína. Spears (1990) demonstrou que a utilização dos ionóforos monensina e lasalocida, aumentou a digestibilidade aparente da proteína, com resultados variando de 0,3 a 8,1% de aumento com a monensina e 3,1 a 5,2% com a lasalocida.

5. RESULTADOS DE DESEMPENHO DE BOVINO DE CORTE RECEBENDO PROMOTORES DE CRESCIMENTO

As alterações provocadas pelos promotores de crescimento sobre a fermentação, digestão e absorção dos nutrientes interferem no desempenho animal.

Um levantamento de dados avaliando desempenho de animais suplementados com monensina mantidos em confinamento ou pastejo, encontraram uma média de 1,7% e 13,6%, respectivamente. Para os animais confinados a adição do promotor de crescimento provocou uma redução no consumo e, consequentemente, uma melhora na conversão alimentar na ordem de 6 a 7,5% (TEDESCHI et al., 2003).

Segundo o mesmo levantamento, para animais confinados, a monensina teve a função de manter o ganho de peso e reduzir o consumo, diminuindo a conversão alimentar. Já para animais mantidos em pastagens a monensina sódica aumenta o ganho de peso sem que haja alteração sobre o consumo.

Utilizando a salinomicina em três dietas de confinamento contendo 10, 15 e 20% de volumoso, Zinn (1986) encontrou aumento médio no ganho de peso diário de 60 g (de 1,140 kg para 1,200 kg), correspondendo a um ganho diferencial de 5,3%, enquanto que Bagley et

al. (1988) trabalhando com o mesmo princípio ativo, encontraram 10% de ganho diferencial no ganho médio diário de animais criados a pasto.

Em um trabalho de revisão analisando os resultados de 53 ensaios de confinamento utilizando monensina foi encontrado apenas 2,5% de aumento no ganho de peso médio diário, porém o consumo de alimentos teve redução média de 5,1%, levando a 7,2% na eficiência alimentar (WAGNER, 1984).

Wilkinson et al. (1980), em uma série de 12 ensaios de campo, examinaram os efeitos da suplementação com 200 mg por dia de monensina para bovinos criados a pasto. Os resultados no ganho médio diário variaram de 3,7 a 29,9%, com uma média ponderada indicando melhora sobre os grupos não tratados de 13,7%.

Os resultados no desempenho de animais a pasto recebendo promotores de crescimento via sal mineral são bastante controversos.

Bagley et al. (1988) não encontraram efeitos no ganho de peso com a adição de salinomicina ao suplemento mineral, em novilhos criados em pastagem. Em dois experimentos do mesmo trabalho em anos consecutivos utilizando a adição de lasalocida ao suplemento mineral oferecido a novilhas de corte em recria a pasto, houve melhora no ganho de peso em apenas um dos ensaios (RODE et al. 1994).

Valdes et al. (1988) encontraram aumento de 87 g no ganho de peso de novilhos mantidos a pasto recebendo suplemento mineral adicionado de lasalocida, com consumo diário de princípio ativo de 41 mg/100 kg de PC/dia.

McLennan et al. (2012) avaliando a inclusão de monensina sobre diferentes suplementos observaram um aumento de 0,110 kg no ganho de peso diário de novilhos mantidos em pastagem de inverno (5,7% PB; 72,9% de FDN) comparado ao grupo controle (ganho médio diário 0,410 kg), onde as doses diárias do princípio ativo variaram de 20 a 47 mg/100 kg de PC/ dia.

Beltrame (2012) avaliou a adição de virginiamicina, salinomicina e lasalocida (75mg/100kg de PC/ dia) ao suplemento mineral para bezerros Nelore durante o verão e não identificou aumento de ganho de peso dos tratamentos recebendo promotor de crescimento comparado com o grupo controle.

6. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA PREVENÇÃO DE DISTÚRBIOS METABÓLICOS E ABCESSOS HEPÁTICOS

Os promotores de crescimento apresentam efeitos positivos na prevenção de distúrbios digestivos, tais quais como a acidose ruminal, laminite e timpanismo.

A acidose ruminal ocorre principalmente em animais recebendo dietas ricas em grãos, pois apresentam grandes porcentagens de carboidratos rapidamente fermentáveis. Estes carboidratos consumidos pelos ruminantes são rapidamente fermentados por populações microbianas do rúmen, principalmente bactérias gram-positivas como a *Streptococcus bovis* e o *Lactobacilus spp.* que produzem como resíduo da fermentação o ácido láctico, um intermediário comum e importante do processo de fermentação ruminal que em condições normais é rapidamente convertido em ambos os ácidos acético ou propiônico (ALLISON et al., 1975).

Em situações de grande disponibilidade de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, parte destes nutrientes são fermentados pelas bactérias gram-positivas, produzindo lactato. Caso a produção deste ácido seja maior do que a capacidade das bactérias ruminais em transformá-lo em ácidos acético ou propiônico, ou maior do que a taxa de absorção via epitélio ruminal, ocorre acúmulo de lactato e, conseqüentemente, redução no pH do fluido ruminal, e quando este é inferior a 5,8, já se caracteriza acidose subclínica prejudicando o desempenho animal (BEVANS et al., 2005).

O baixo pH ruminal prejudica o crescimento de algumas populações bacterianas, a exemplo das utilizadoras de lactato como as *Selenomonas spp*, já as produtoras de ácido láctico como o *Streptococcus bovis* são resistentes ao pH reduzido, aumentando ainda mais sua população, o que faz com que o pH seja ainda mais reduzido, levando a casos de acidose láctica, que causa anorexia, diarreia, atonia ruminal e lesões no epitélio, podendo levar o animal a morte (ALLISON et al., 1975).

Os promotores de crescimento, sejam eles ionóforos ou o antibiótico virginiamicina, são bastante eficazes no combate às bactérias como a *Streptococcus bovis*, o que diminui a produção de lactato e reduz as chances de ocorrência de acidose (RUSSELL & STROBEL., 1989).

Em situações de acidose ruminal o ácido láctico acumulado no rúmen, e as endotoxinas e a histamina, ambas produzidas pela morte da flora bacteriana sensíveis ao abaixamento do pH, são absorvidas para circulação sistêmica e são depositados nas paredes

do casco em crescimento, provocando a inflamação das lâminas do casco e causando a laminite (ENEMARK et al., 2002).

Durante o processo de acidose ruminal, receptores químicos presentes na parede do rúmen emitem sinais nervosos que provocam a parada da motilidade ruminal, impedindo que o animal libere por meio da eructação os gases produzidos nos processo de fermentação. O acúmulo destes gases provoca o aumento do volume ruminal e compressão do diafragma, levando a um quadro de insuficiência respiratória. O timpanismo gasoso pode levar a morte, caso não seja tratado rapidamente (RADOSTITS et al., 2000).

Outro distúrbio metabólico digestivo que pode ser controlado por meio da utilização de ionóforos é o timpanismo espumoso. Este pode ser causado pela fermentação de alimentos facilmente digestíveis ou como consequência do acúmulo de mucopolissacarídeos, produzidos por bactérias como *Streptococcus bovis* e que aumentam a viscosidade do líquido ruminal. Em ambos os casos o gás não consegue se separar do conteúdo ruminal, resultando na formação de uma espuma estável que impede a liberação de gases de fermentação pela eructação, causando aumento no volume ruminal, também levando o animal à morte por insuficiência respiratória (WANG et al., 2012).

Os resultados obtidos no presente trabalho de mestrado foram abordados no artigo intitulado **“Inclusão de Aditivos Promotores de Crescimento em Suplemento Concentrado para Bovinos. Ingestão Voluntária, Degradabilidade, Digestibilidade e Variáveis Ruminais”**, cuja redação foi realizada de acordo com as normas editoriais da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS

- AGTARAP, A.; CHAMBERLIN J. W.; PINKERTON, M.; STEINRAUF, L. The structure of monensic acid, a newbiologically active compound. **Journal of Amerian Chemical Society**, v.89, p.5737–5739, 1967.
- ALLISON, M. J.; ROBINSON, I. M.; DOUGHERTY, R. W.; BUCKLIN, J. A. Grain overload in cattle and sheep: changes in microbial populations in the caecum and rumen. **American Journal of Veterinary Research**, v.36, p.181-185, 1975.
- BAGLEY, C. P.; FEAZEL, J. I.; MORRISON, D. G.; LUCAS, D. M. 1988. Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.66, p.792–797, 1988.
- BELTRAME, J. A. 2013. **Promotores de crescimento para bovinos de corte criados a pasto no período das águas**. Dissertação (M. Sc) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWARTZKOPF-GESWEIN, K. S.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and fed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1116-1132, 2005.
- BERGER, J.; RACHLIN, A. J.; SCOTT, W. E.; STERNBACH, L. H.; GOLDBERG, M. W. The isolation of three new crystalline antibiotics from *Streptomyces*. **Journal of Amerian Chemical Society**, v.73, p.5295–5298, 1951.
- BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J. C.; PÉREZ, F. A. The Effect of Feeding Antibiotic Growth Promoters on the Performance of Beef Cattle Consuming Forage-Based Diets: A review. **Livestock Science**, v.114, p.135–149, 2008.
- BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.
- DAWSON, K. A.; BOLING, J. A. Monensin-resistant bacteria in the rumen of calves on monensin-containing and unmedicated diets. **Applied and Environmental Microbiology**, v.46, p.160-164, 1983.
- CHAMPNEY, W. S.; TOBER, C. L. Specific inhibition of 50S ribosomal subunit formation in *Staphylococcus aureus* cells by 16-membered macrolide, lincosamide, and streptogramin B antibiotics. **Current Microbiology**, v.41, p.126-135, 2000.
- CHEN, G. C.; RUSSELL, J. B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation and deamination by mixed ruminal microorganisms *in vitro*. **Journal Animal Science**, v.69, p.2196–2203, 1991.
- CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Waveland Press, p.145-171, 1988.

- COCITO, C. G. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiology Reviews**, v.43, p.145–198, 1979.
- ENEMARK, J. M. D.; JORGENSEN, R. J.; ENEMARK, P. ST. Rúmen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclínical rúmen acidosis: a review. **Veterinarija ir Zootechnika**, v.20, P.16-29, 2002.
- FUNDAÇÃO IBGE. **Pesquisa pecuária municipal**. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=73&z=t&o=24&i=P> Acessado em 10/05/2013).
- GARCIA, C. C. G.; MENDOZA, M. G. D.; GONZÁLEZ, M. S.; COBOS, P. M.; ORTEGA, C. M. E.; RAMIREZ, L. R. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science Technology**, v.83, p.165-170, 2000.
- HARNED, B. K.; CUNNINGHAM, R. W.; CLARK, M. C.; COSGROVE, R.; HINE, C. H.; MCCAULEY, W. J.; STOKEY, E.; VESSEY, R. E.; YUDA, N. N.; SUBBAROW, Y. The pharmacology of Duomycin. **Annals of new york academy sciences**, v.51, p.182–210, 1948.
- INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 13 DE 30/11/2004.Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA).
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane Emissions from Cattle. **Journal Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. 1995. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: SARVIER.
- McLENNAN, S. R.; CALLAGHAN, M. J.; SWAIN, A.J.; KIDD, J. F. 2012. Effect of monensin inclusion in supplements for cattle consuming low quality tropical forage 52:624-629.
- MITANI, M.; YAMANISHI, T.; MIYAZAKI, Y. Salinomycin: a new monovalent cation ionophore. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.66, p.1231–1236, 1975.
- MOORE, P. R.; EVENSON, A.; LUCKEY, T. D.; MCCOY, E.; ELVEHJEM, C. A.; HART, E. B. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. **Journal of Biology Chemical**, v.165, p.437–441, 1946.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. National Academy. Washington, DC.
- PAGE, S. W. 2003. **The role of enteric antibiotics in livestock production**. Avcare-Advanced Veterinary Therapeutics. Canberra.

- PASTER, B. J.; RUSSELL, J. B.; YANG, C. M. J. Phylogeny of the ammonia producing ruminal bacteria *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii* and *Clostridium aminophilum* sp. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v.43, p.107–110, 1993.
- PRESSMAN, B. C.; FAHIM, M. Pharmacology and toxicology of the monovalent carboxylic ionophores. **Annual Review of Pharmacology**, v.22, p.465–490, 1982.
- PRESSMAN, B. C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry** v.45, p.501-503, 1976.
- QUINN, M. J.; MAY, M. L.; HALES, K. E.; DiLORENZO, N.; LEIBOVICH, J.; SMITH, D. R.; GALYEAN, M. L. Effects of ionophores and antibiotics on in vitro hydrogen sulfite production, dry matter disappearance, and total gas production in cultures with a steam-flaked corn-based substrate with or without added sulfur. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1705-1713, 2009.
- RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C. 2000. **Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses**. 9.ed. W.B. Saunders. London.
- RODE, L. M.; LYSYK, T. J.; BEAUCHEMIN, K. A. Intake of lasalocid-containing mineral supplements by grazing beef heifers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, p.77–82, 1994.
- ROGERS, M.; JOUANY, J. P.; THIVEND, P.; FONTENOT, J. P. The effects of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science Technology**, v.65, p.113-127, 1997.
- RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.
- RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1519–1525, 1987.
- RUSSELL, J. B.; MARTIN, S. A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329–1338, 1984.
- SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. Em: **Nutrição de Ruminantes**, ed. 1, p.255-286, 2002.
- SPEARS, J. W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **The Journal of Nutrition**, p.632-638, 1990.
- STOKSTAD, E. L. R.; JUKES T. H. 1949. **Proceedings of the Informal Poultry Nutrition Conference**, Federation Meetings. Chicago.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, v.32, p.1591-1602, 2003.

- VALDES, J. L.; MCDOWELL, L. R.; WILKINSON, N. Lasalocid for grazing steers administered in a free-choice mineral mix. **Nutrition Reports International**, v.38, p.1–8, 1988.
- VAN DIJCK, P. J.; VANDERHAEGHE, H., DESOMER, P. Microbiologic study of the components of Staphylomycin. **Antibiotics and Chemother**, v.7, p.625–629, 1957.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Effects of monensin on rumen metabolism *in vitro*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.34, p.251-257, 1977.
- WAGNER, D. Ionophore comparisons for cattle. **Bovine Practice**, v.19, p. 151–154, 1984.
- WANG, Y., MAJAKB, W.; MCALLISTER T. A. Frothy bloat in ruminants: Cause, occurrence, and mitigation strategies. **Animal Feed Science and Technology**, v.172, p.103–114, 2012.
- WEBB, K. E.; FONTENOT, J. P.; LUCAS D. M. Metabolism studies in steers fed different levels of salinomycin. **Journal Animal Science**, v.51, p.407-413, 1980.
- WILKINSON, J. I. D.; APPLEBY, W. G. C.; SHAW, C. J.; LEBAS, G.; PFLUG, R. The use of monensin in European pasture cattle. **Animal Production**, v.31, p.159–162, 1980.
- ZINN, R. A. Influence of forage level on response of feedlot steers to salinomycin supplementation. **Journal of Animal Science**, v.63, p.2005–2012, 1986.

**Inclusão de Aditivos Promotores de Crescimento em Suplemento Concentrado
para Bovinos: Ingestão Voluntária, Degradabilidade, Digestibilidade e Variáveis
Ruminais**

518

519 **Ibrahim Miranda Cortada Neto¹ e Gumercindo Lorian Franco¹**

520

521 ¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso
522 do Sul, Brasil, 79070-900: imcortadaneto@hotmail.com
523

524 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar a inclusão de aditivos promotores de crescimento
525 sobre a ingestão voluntária, degradabilidade, digestibilidade e variáveis ruminais em
526 novilhos estabulados. Utilizou-se 4 novilhos anelados cânulados no rúmen, com peso
527 corporal (PC) de 439 ± 38 kg, recebendo feno de *Panicum Maximum* cv Massai (PB =
528 36 g/kg MS , FDN = 788,3 g/kg MS) e suplemento energético (PB = 184,7 g/kg MS ,
529 FDN = 169,5 g/kg MS). Os tratamentos experimentais consistiram no fornecimento de
530 0,75 mg/kg PC do princípio ativo dos seguintes promotores de crescimento: CONT –
531 controle, LASA - lasalocida sódica, SALI - salinomicina sódica e VIRG -
532 virginiamicina. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino (4x4). Não
533 houve efeito da adição de promotores de sobre a ingestão voluntária, sobre a
534 digestibilidade aparente dos nutrientes e os valores de pH no líquido ruminal. O
535 desaparecimento da matéria seca, como média dos tempos de incubação, foi menor
536 ($P < 0,05$) para os tratamentos SALI e VIRG (37,31% e 36,5%, respectivamente) quando
537 comparado com o tratamento CONT e LASA (39,24% e 38,57%, respectivamente). O
538 tratamento SALI reduziu ($P < 0,05$) a concentração média de NH_3 ruminal (10,65 mg/dL)
539 em comparação ao CONT (12,74 mg/dL). A salinomicina sódica reduziu a degradação
540 ruminal da proteína, sugerindo um maior escape de proteína para o abomaso. A inclusão
541 de salinomicina sódica e virginiamicina prejudicam a degradação ruminal da MS e FDN
542 podendo comprometer o desempenho de animais mantidos em pastejo.

543 **Palavra-chave:** aditivo, fermentação ruminal, ionóforo, ruminantes, suplementação.

544 **Adding Additives Growth Promoters in Concentrate Supplement for**
 545 **Cattle: Voluntary intake, degradability, digestibility and ruminal parameters**

546

547 **Ibrahim Miranda Cortada Neto¹ e Gumercindo Lorian Franco¹**

548

549 ¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso
 550 do Sul, Brasil, 79070-900: imcortadaneto@hotmail.com

551

552 **ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the inclusion of additive growth promoters
 553 on voluntary intake, degradability, digestibility and ruminal variables in confined steers.
 554 We used 4 Nellore steers cannulated in the rumen and body weight (BW) of 439 ± 38
 555 kg receiving hay *Panicum Maximum* cv. Massai (PB = 36 g / kg DM, NDF = 788.3 g /
 556 kg DM) and energy supplement (CP = 184.7 g / kg DM, NDF = 169.5 g / kg DM). The
 557 experimental treatments consisted on supplying 0.75 mg / kg BW of the active principle
 558 of the following additives growth promoters: CONT - control, LASA - lasalocid, SALI -
 559 salinomycin sodium and VIRGINIA - virginiamycin. The experiment use a Latin square
 560 design (4x4). No effect of the addition of promoters on voluntary intake, on apparent
 561 digestibility of nutrients and pH of the rumen fluid. The disappearance of dry matter as
 562 average of incubation times was lower ($P < 0.05$) for SALI and VIRGINIA treatment
 563 (37.31% and 36.5%, respectively) when compared to treatment CONT and LASA
 564 (39.24% and 38.57%, respectively). SALI treatment decreased ($P < 0.05$) the average
 565 concentration of ruminal NH₃ (10.65 mg / dl) compared to the CONT (12.74 mg / dL).
 566 Sodium salinomycin reduces ruminal protein degradation, suggesting a higher protein to
 567 escape the abomasum. The inclusion of sodium salinomycin, and virginiamycin impair
 568 ruminal DM and NDF disappearance may compromise the performance of animals kept
 569 at pasture.

570 **Key-word:** additive, ionophore, ruminal fermentation, ruminants, supplementation.

571

572

573

INTRODUÇÃO

A adoção de ionóforos e antibióticos promotores de crescimento na nutrição de ruminantes têm como objetivo melhorar a eficiência alimentar e evitar a acidose ruminal, pois atuam sobre as bactérias ruminais selecionando as mais eficientes, as produtoras de ácido propiônico, e por consequência, diminuindo a produção e eliminação de gás metano (CH_4). Em tese, se os ionóforos fossem utilizados em animais a pasto, isto levaria a um melhor aproveitamento do pasto ingerido, melhorando parâmetros ruminais, além de diminuir os impactos ambientais da pecuária por meio da redução da liberação de metano.

Dentre os diversos aditivos melhoradores da fermentação ruminal, se destacam os ionóforos como a lasalocida sódica e a salinomicina sódica e o antibiótico virginiamicina. Todos têm seu uso bastante difundido e aceito principalmente para animais em confinamento, ou para bovinos na terminação a pasto recebendo altos níveis de suplementação proteico-energética.

Os ionóforos atuam formando complexos lipossolúveis com cátions. Estas moléculas protonadas se aderem às bactérias gram-positivas, solubilizam-se na membrana citoplasmática liberando o cátion para o interior da célula e como a concentração de potássio (K^+) intracelular é maior que a concentração extracelular faz com que a molécula de monensina atue como uma bomba de prótons, provocando um efluxo de K^+ e influxo de prótons de H^+ por via antiporte. Este influxo de H^+ para célula, diminui o pH e leva a um desequilíbrio no meio intracelular. A célula então, ativa os seus mecanismos de homeostase, expulsando os prótons de H^+ por meio de transporte ativo, e devido ao contínuo influxo de H^+ , acaba levando a morte celular por exaustão ou mesmo parada das atividades celulares pela queda no pH intracelular (Russell and Strobel, 1989).

599 Já a virginiamicina atinge o interior das bactérias gram-positivas, passando pela
600 membrana celular, e forma ligações irreversíveis com os ribossomos, inibindo a síntese
601 proteica, levando à diminuição do crescimento ou morte celular (Page et al., 2003).

602 Apesar dos diferentes mecanismos de ação, tanto os ionóforos quanto os
603 antibióticos atuam controlando a população das bactérias gram-positivas. Os
604 microrganismos pertencentes a este grupo têm como principais subprodutos da
605 fermentação os ácidos acético e butírico, sendo que, as vias metabólicas utilizadas para
606 produção destes ácidos liberam grandes quantidades de hidrogênio que são eliminados
607 na forma de metano (CH_4) (Bretschneider et al., 2008).

608 A produção de metano (CH_4) tem o papel de retirar o hidrogênio do meio
609 ruminal e é responsável por consumir significativas quantidades de substratos que
610 poderiam ser utilizadas pelas bactérias produtoras de ácidos graxos voláteis.

611 Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão de aditivos
612 promotores de crescimento para bovinos estabulados recebendo suplemento
613 concentrado sobre a ingestão voluntária, digestibilidade dos nutrientes, desaparecimento
614 da matéria seca e da fibra em detergente neutro e variáveis ruminais.

615 MATERIAL E MÉTODOS

616 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da
617 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de
618 Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado em Campo Grande – MS. O experimento foi
619 realizado de setembro de 2012 a janeiro de 2013. O experimento foi aprovado pela
620 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMS.

621 Foram utilizados 4 novilhos anelados com peso corporal (PC) inicial de $438 \pm$
622 39 kg, providos de cânula permanente no rúmen, alojados em galpão coberto, com piso
623 de concreto e baias individuais providas de comedouros e bebedouros.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (4x4), com 4 tratamentos e 4 períodos. Cada período experimental constituiu de 21 dias de adaptação e 7 dias de amostragens e colheita de dados.

Os animais foram alimentados com dieta à base de feno picado de capim *Panicum maximum* cv. Massai, suplemento concentrado e suplemento mineral utilizado como veículo para os aditivos promotores de crescimento (Tabelas 1 e 2). Os tratamentos experimentais ficaram distribuídos da seguinte forma: CONT – sem aditivo, LASA – lasalocida sódica, SALI – salinomicina sódica e VIRG – virginiamicina. Os promotores de crescimento foram fornecidos de forma a garantir um consumo do princípio ativo de 0,75 mg/kg PC. Segundo Bretschneider et al. (2008), a magnitude dos benefícios proporcionados pelos ionóforos estão relacionados com as doses administradas, sendo os melhores resultados observados com a utilização de doses variando entre 0,7 a 1,0 mg/kg PC do princípio ativo.

O suplemento concentrado foi formulado pela combinação dos ingredientes: milho grão moído (910 g/kg), farelo de soja (65 g/kg) e ureia (25 g/kg) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição químico-bromatológica do suplemento concentrado e do feno de *Panicum Maximum* cv. Massai

Variável	Suplemento concentrado	Feno
	(g/kg de MS)	
Matéria Seca (fração de 0-1)	0,857	0,877
Matéria Orgânica	981,80	953,20
Proteína Bruta	184,70	36,00
Fibra em Detergente Neutro	169,50	788,30
Extrato Etéreo	35,80	9,750
Carboidrato não fibroso	610,52	104,42
Matéria Mineral	18,20	46,80

644 Tabela 2- Níveis de garantia dos suplementos minerais utilizados como veículo

Componentes	Suplementos minerais			
	CONT	VIRG	LASA	SALI
Cálcio (g/kg)	194	184	187	185
Enxofre (g/kg)	16	16	16	16
Fósforo (g/kg)	70	70	70	70
Sódio (g/kg)	109	109	109	109
Cobalto (mg/kg)	50	50	50	50
Cobre (mg/kg)	1050	1050	1050	1050
Iodo (mg/kg)	60	60	60	60
Manganês (mg/kg)	900	900	900	900
Selênio (mg/kg)	12	12	12	12
Zinco (mg/kg)	3500	3500	3500	3500
Virginiamicina (mg/kg)	-	2750	-	-
Lasalocida (mg/kg)	-	-	2750	-
Salinomicina (mg/kg)	-	-	-	2750

645 CONT - suplemento mineral; LASA - lasalocida sódica; SALI - salinomicina sódica;
646 VIRG - virginiamicina
647

648 O fornecimento do volumoso e do concentrado foi realizado em duas refeições
649 diárias, às 7:00 e 17:00 horas. A quantidade de volumoso fornecido foi ajustada
650 diariamente de modo a manter uma sobra de aproximadamente 15% do total fornecido,
651 garantindo consumo *ad libitum* e o suplemento concentrado na quantidade de 10 g/kg de
652 PC. O fornecimento do suplemento mineral foi realizado diariamente às 7:00 horas na
653 quantidade de 0,272 g/kg PC misturado ao suplemento concentrado, para assegurar que
654 todo o suplemento mineral fosse consumido.

655 As estimativas de consumo de nutrientes foram realizadas do 22º ao 26º dia de
656 cada período experimental. Foi realizado controle diário do consumo, por meio da
657 diferença entre as pesagens dos alimentos oferecidos e das sobras, amostrando-se 10%
658 de cada período de coletas para análises laboratoriais.

659 A digestibilidade aparente dos nutrientes foi estimada através da diferença entre
660 o consumido da dieta pelo animal e o que foi excretado nas fezes. As fezes foram
661 coletadas num período de cinco dias de cada período experimental. Após cada coleta, as
662 fezes de cada animal foram imediatamente pesadas, homogeneizadas e retirou-se uma
663 amostra de 10% a qual foi congelada. Ao final dos períodos experimentais as amostras
664 foram pré-secas, pesadas e homogeneizadas, procedendo-se então a moagem e posterior
665 amostragem via quarteador para posteriores análises laboratoriais. As baias foram
666 limpas regularmente para garantir que não houvesse contaminação por urina ou parte da
667 dieta.

668 Para determinação do desaparecimento ruminal da matéria seca (MS) e da fibra
669 em detergente neutro (FDN) foi utilizada a técnica do saco de náilon, nas dimensões de
670 7 x 14 cm, selados nas bordas e devidamente identificados. Após serem pesados,
671 receberam cinco gramas do feno (moído em peneira com crivo de 2 mm). Após o
672 enchimento, cada saco teve seu peso com a amostra registrado e preso a uma argola de
673 metal atada firmemente por meio de um elástico para seu fechamento. Os sacos, com as
674 amostras e presos à argola, foram embebidos primeiramente em água por uma hora e
675 posteriormente presos a uma corrente de metal de 50 cm ligada a uma âncora de 600 g.
676 Em seguida foram introduzidos no rúmen via cânula sempre às 7:00 horas (antes do
677 arraçoamento) e retirados após o tempo estipulado para incubação (3, 6, 12, 24, 48, 72,
678 96 e 120 horas).

679 Retirados do rúmen, eles foram imediatamente imersos em água fria e lavados
680 em máquina de lavar por cinco minutos durante três ciclos. Em seguida foram
681 colocados em estufa de ventilação de ar forçado a 55 °C onde permaneceram por 72
682 horas. Após este tempo foram retirados da estufa para esfriamento e posterior pesagem.
683 Os sacos foram incubados do 21º ao 25º dia de cada período experimental.

684 A fração solúvel do feno contida nos sacos de náilon foi determinada mantendo-
685 se os sacos em água por uma hora, depois de lavados e secos foram pesados, sendo a
686 diferença entre os pesos inicial e final considerada como a fração de MS solúvel
687 determinada para cada período experimental, que corresponderam aos valores da zero
688 hora nas curvas de degradação da matéria seca do feno.

689 A degradação potencial foi considerada aquela onde se estabilizou a degradação
690 do substrato no decorrer dos horários de incubação. A fração solúvel “a”, a fração
691 insolúvel potencialmente degradável “b”, a taxa de degradação “c” e a degradabilidade
692 efetiva (DE) da MS e da FDN foram estimados conforme descrito por Huntington and
693 Givens (1995).

694 Os dados de desaparecimento da MS e da FDN da forragem foram ajustados
695 para a equação de Orskov and McDonald (1979); $p = a + b (1 - e^{-ct})$; onde, p =
696 desaparecimento da MS, a = fração solúvel no tempo 0, b = fração insolúvel
697 potencialmente degradável nos tempos, c = taxa fracional de desaparecimento da fração
698 b e t = tempo de incubação.

699 Para determinação do pH e N-NH₃ foram coletadas amostras de líquido ruminal
700 nos dois últimos dias de cada período experimental. As coletas foram realizadas com
701 intervalos de 4 horas para que de forma intercalada elas representassem os horários de
702 zero hora (antecedendo a alimentação), 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 após a
703 alimentação da manhã. O líquido ruminal foi coletado via cânula de forma manual em
704 diferentes locais do rúmen e filtrado em fralda de algodão. Imediatamente após a
705 colheita foi realizada a aferição do pH com o uso de potenciômetro digital.

706 Uma alíquota de 50 mL de líquido ruminal foi armazenada congelada em tubos
707 após a acidificação com 5 gotas de H₂SO₄ para posterior determinação do N-NH₃. O

708 líquido ruminal foi descongelado e analisou-se o sobrenadante para teor de NNP por
709 uma adaptação ao método de Fenner (1965).

710 As análises bromatológicas do suplemento concentrado, feno, sobras, e fezes
711 foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (UFMS) segundo as metodologias
712 da AOAC (1995) para MS, PB, extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) e de Van
713 Soest et al. (1991) para fibra em detergente neutro. O carboidrato não fibroso (CNF) foi
714 calculado conforme proposto por Sniffen et. al., (1992), utilizando $CNF = 100 - (PB +$
715 $MM + FDN + EE)$.

716 Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico
717 SAS (1999). Os dados de ingestão e digestibilidade aparente foram analisados
718 utilizando procedimento ANOVA, com um delineamento Quadrado Latino 4 x 4. O
719 modelo estatístico utilizado foi:

$$720 \quad Y_{ijk} = \mu + T_k + P_j + A_i + e_{ijk}$$

721 Onde, Y_{ijk} = observação do efeito do tratamento k no período j , do animal i , μ média
722 geral, T_k = efeito do tratamento k ; P_j = efeito do período j ; A_i = efeito do animal i ; e e_{ijk}
723 = erro aleatório associado a cada observação.

724 Para taxa de degradação *in situ* o modelo incluiu tratamento experimental, tempo
725 de incubação, animal, período e tratamento x tempo. Para os dados de parâmetros
726 ruminais o delineamento estatístico utilizado foi de parcelas subdivididas, onde as
727 parcelas foram os tratamentos e as subparcelas foram as amostras de líquido ruminal. O
728 modelo estatístico incluiu os efeitos de tratamento, horários de amostragem, animal,
729 período e tratamento x horário. O modelo estatístico pode ser demonstrado conforme:

$$730 \quad Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + A_k + P_l + (TB)_{ij} + e_{ijkl}$$

731 Onde: Y_{ijk} = observação do efeito do tratamento i para tempo de incubação (taxa de
732 degradação) ou horário de coleta (parâmetros ruminais) j no período k ; μ = média geral;

733 T_i = efeito do nível A (tratamento , $i = 1$ (CONT), 2 (LASA), 3 (SALI), 4 (VIRG); B_j
 734 = efeito do nível B [tempo de incubação para degradabilidade ($j = 1, \dots, 8$) ou horário
 735 de coleta para parâmetros ruminais ($j = 1, \dots, 13$)]; A_k = efeito do animal ($k = 1, \dots, 4$),
 736 P_l = efeito do período (bloco, $l = 1, \dots, 4$); AB_{ij} = interação entre tempo e tratamento i
 737 (nível A) e tempo j (nível B); e e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação.

738 Quando foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) as médias foram
 739 compradas utilizando teste Tukey a 5% de significância.

740

741 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

742 Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da inclusão dos ionóforos, lasalocida sódica e
 743 salinomicina sódica e do antibiótico virginamicina na dieta dos animais sobre a
 744 ingestão de matéria seca do feno (MS feno), da matéria seca total (MS total) e dos
 745 nutrientes, em kg/dia ou g/kg PC (Tabela 3).

746 A ausência de efeito dos promotores de crescimento sobre o consumo de
 747 nutrientes corroboram com as informações encontradas por Rodrigues et al. (2000) que
 748 não identificaram efeito do fornecimento de lasalocida sódica (200 mg/dia) sobre o
 749 consumo de nutrientes em bovinos recebendo feno de *Coast-cross* e suplemento
 750 concentrado fornecido em duas proporções 40 ou 70% da dieta. A utilização de
 751 salinomicina sódica em diferentes níveis de inclusão (0,0; 0,1; 0,2; 0,3 mg/kg PC) ao
 752 suplemento mineral proteico também não provocou efeito sobre o consumo de matéria
 753 seca de novilhos Holandeses alimentados com feno de *Coast-cross* (Faftine, 2006).

754

755

756

757

758 Tabela 3 – Efeito da inclusão dos aditivos promotores de crescimento na dieta de bovinos
 759 de corte suplementados com concentrado sobre a ingestão (kg/dia e g/kg de PC) de MS,
 760 PB, FDN, EE, CNF e MO do feno e dieta total (feno + concentrado)

Ingestão	Tratamentos				EPM	Valor-P
	CONT	LASA	SALI	VIRG		
kg/dia						
MS Feno	4,96	4,81	4,70	4,72	0,147	0,597
MS Total	8,94	8,73	8,66	8,66	0,164	0,601
PB Feno	0,18	0,18	0,17	0,17	0,004	0,513
PB Total	0,90	0,88	0,89	0,89	0,009	0,264
FDN Feno	3,88	3,73	3,65	3,68	0,114	0,546
FDN Total	4,55	4,40	4,32	4,35	0,117	0,547
EE Feno	0,16	0,15	0,14	0,14	0,005	0,439
EE Total	0,37	0,36	0,35	0,36	0,006	0,507
CNF Feno	0,47	0,47	0,46	0,45	0,017	0,820
CNF Total	2,82	2,79	2,80	2,79	0,031	0,807
MO Feno	4,70	4,55	4,44	4,46	0,139	0,594
MO Total	8,50	8,30	8,23	8,23	0,156	0,596
g/kg de PC						
MS Feno	10,88	10,71	10,28	10,40	0,305	0,522
MS Total	19,51	19,32	18,87	19,01	0,305	0,500
PB Feno	0,40	0,40	0,39	0,38	0,009	0,413
PB Total	1,96	1,96	1,95	1,95	0,011	0,478
FDN Feno	8,50	8,31	7,99	8,14	0,242	0,526
FDN Total	9,96	9,76	9,44	9,59	0,241	0,519
EE Feno	0,36	0,35	0,34	0,34	0,009	0,391
EE Total	0,82	0,81	0,79	0,81	0,009	0,346
CNF Feno	1,03	1,07	1,00	0,98	0,040	0,429
CNF Total	6,13	6,16	6,08	6,06	0,047	0,524
MO Feno	10,30	10,13	9,72	9,85	0,292	0,581
MO Total	18,54	18,36	17,94	18,07	0,291	0,504

761 CONT = Suplemento mineral; LASA = Suplemento mineral e lasalocida sódica; SALI
 762 = Suplemento mineral e salinomicina sódica; VIRG = Suplemento mineral e
 763 virginiamicina sódica

764 A ausência de efeito do ionóforo sobre o consumo de matéria seca também foi
765 observado quando a monensina sódica foi fornecida para animais mantidos em pastejo.
766 A inclusão de monensina sódica (360 mg/cabeça/dia), na alimentação de vacas
767 Holandesas manejadas a pasto e recebendo 0,6% do PC de suplemento energético, não
768 interferiu no consumo de MS (Ruiz et al., 2001).

769 Da mesma forma, não foi observado diferença sobre o consumo de matéria seca
770 de forragem ou total quando a monensina sódica foi fornecida para novilhos (190 kg
771 PC) mantidos em pastagem de capim Pangola (*Digitaria eriantha* cv. Pentzii) de baixa
772 qualidade (PB = 57,0 g / kgMS, FDN = 729,0 g / kgMS) e recebendo suplemento
773 mineral em bloco (PB = 739,0 g / kgMS, Monensina sódica = 1099 mg / kgMS,
774 consumo = 90 g / cabeça / dia) ou suplemento concentrado peletizado (PB = 160,0 g /
775 kgMS, FDN = 130 g / kgMS, Monensina sódica = 34 mg / kgMS, consumo = 1,43 kg /
776 cabeça / dia) (McLennan et al., 2012).

777 Entretanto, os aditivos promotores de crescimento são reconhecidos por
778 possuírem efeito sobre a ingestão de MS, provocando redução de consumo quando
779 utilizados em dietas com elevadas quantidades de alimento concentrado. Esta redução
780 de consumo ocorre em consequência do aumento na concentração ruminal do ácido
781 propiônico e, conseqüentemente, na densidade energética, provocando redução de
782 consumo (Russel and Strobel, 1989).

783 Corroborando com a explicação proposta por Russel and Strobel (1989), Vargas
784 et al. (2001) observaram que a monensina sódica possui efeito de deprimir o consumo
785 de alimentos a medida que ocorre aumento da inclusão de concentrado na dieta. Em
786 dietas com maiores participações de alimentos volumosos, a redução no consumo
787 ocorre apenas devido ao efeito de enchimento físico do rúmen, entretanto, em dietas
788 com elevada participação de alimentos concentrados, a limitação do consumo pode

789 ocorrer por mecanismos fisiológicos (elevado nível de energia), com consequente
790 aumento na eficiência energética induzida pelos ionóforos fazendo com que às
791 necessidades nutricionais sejam alcançadas com uma menor quantidade de alimento
792 ingerido.

793 O NRC (2000) considera que a utilização de ionóforos aumenta em 12% a
794 energia líquida de manutenção dos alimentos, corroborando com as hipóteses de Russel
795 and Strobel (1989) e Vargas et al. (2001).

796 Os tratamentos experimentais e o tempo de incubação interferiram
797 significativamente ($P < 0,05$) nas taxas de desaparecimento *in situ* da MS e FDN
798 (Tabelas 4 e 5). Os desaparecimentos da MS e da FDN aumentaram à medida que
799 aumentou o tempo de incubação, atingindo os valores máximos às 120 horas. No
800 entanto, não houve qualquer interação tratamento versus tempo de incubação.

801 Os dados de desaparecimento *in situ* da MS, revelaram que os tratamentos
802 CONT e LASA apresentaram as maiores taxas de desaparecimento, seguidos dos
803 tratamentos SALI e VIRG. O desaparecimento *in situ* da FDN teve comportamento
804 similar ao observado para MS. Sendo identificadas diferenças para tratamento e tempo
805 de incubação.

806 Os resultados obtidos para desaparecimento *in situ* da MS e FDN sugerem que
807 os tratamentos SALI e VIRG atuaram sobre a população bacteriana prejudicando a
808 degradação do substrato (capim *Panicum maximum* cv. Massai). Parte das bactérias
809 ruminais que atuam sobre a digestão ruminal da fibra são gram-positivas e,
810 consequentemente, sensíveis a ação de agentes ionofóricos.

811

812

813

814

815 Tabela 4- Efeito de aditivos promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte
 816 suplementados com concentrado sobre o desaparecimento da matéria seca
 817 (MS) (g kg^{-1}) do feno de capim-Massai

Tempo de Incubação	Tratamentos				Médias
	CONT	LASA	SALI	VIRG	
03	206,7	204,9	203,4	200,5	203,5 ^H
06	228,9	229,1	228,1	219,0	226,3 ^G
12	271,1	273,6	254,6	245,1	261,1 ^F
24	330,9	352,2	346,3	333,4	340,7 ^E
48	427,9	449,7	433,5	424,9	434,0 ^D
72	510,0	493,7	475,0	466,3	486,2 ^C
96	529,2	530,9	505,9	504,5	517,6 ^B
120	541,9	551,8	537,9	532,1	540,9 ^A
Médias	392,4 ^a	385,7 ^a	373,1 ^b	365,7 ^b	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si na coluna, e médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na linha (Tukey, $P < 0,05$; CV = 3,98%). CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG = Virginiamicina

818

819 Tabela 5- Efeito de aditivos promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte
 820 suplementados com concentrado sobre o desaparecimento da fibra em
 821 detergente neutro (FDN) (g kg^{-1}) do feno de capim Massai

Tempo de Incubação	Tratamentos				Médias
	CONT	LASA	SALI	VIRG	
03	162,6	159,1	160,2	146,1	156,9 ^H
06	182,4	181,2	177,9	163,0	175,8 ^G
12	206,6	228,9	214,0	198,1	211,7 ^F
24	282,3	307,6	300,9	284,7	293,8 ^E
48	396,6	412,8	395,9	392,7	399,5 ^D
72	463,2	463,8	443,2	434,2	451,1 ^C
96	501,5	503,3	480,6	465,4	489,1 ^B
120	527,0	526,6	516,1	483,5	515,2 ^A
Médias	340,2 ^b	353,2 ^{ab}	340,0 ^b	310,7 ^c	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si na coluna, e médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na linha (Tukey, $P < 0,05$; CV = 4,51%). CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG = Virginiamicina

822 Ao avaliar diferentes níveis de fornecimento de suplemento proteico-energético
823 (0,00; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0 g MS/ kg PC/dia), sem aditivos promotores de crescimento,
824 para bovinos estabulados alimentados com feno de *Coast cross* (PB = 39,2 g / kgMS,
825 FDN = 749,9 g / kgMS) Franco et al. (2010) observaram que as taxas de degradação
826 potencial para MS e FDN foram alcançadas às 96 horas, tempo menor do que o
827 observado neste ensaio.

828 Os resultados obtidos por Franco et al. (2010) avaliando a degradação potencial
829 da MS e FDN em diferentes condições ruminais constataram que na ausência de
830 aditivos promotores de crescimento a degradação potencial foi atingida entre 72 e 96
831 horas, diferindo dos resultados deste ensaio e corroborando com a hipótese de que os
832 ionóforos alteraram o ambiente ruminal e a ação de bactérias fibrolíticas sobre substrato
833 fibroso.

834 Para os parâmetros ruminais de degradação da FDN e da MS (Tabela 6),
835 segundo o modelo proposto por Orskov and McDonald (1979), observou-se diferença
836 significativa ($P < 0,05$) para fração “c” e DE (2%/hora) da MS, e para fração “b” e DE
837 (2%/hora) da FDN.

838 Rodrigues et al. (2007) avaliando utilização de monensina sódica administrada
839 pela forma convencional ou por dispositivos de liberação lenta (bólus intraruminal) para
840 animais alimentados com dieta de baixa qualidade, observaram uma redução
841 significativa para os parâmetros de degradação efetiva (DE) e fração *b* nos tratamentos
842 que recebiam ionóforo. Os dados observados corroboram com os resultados obtidos
843 neste experimento em que os aditivos salinomicina sódica e virginiamicina diminuíram
844 a taxa de degradação e a degradação efetiva da MS.

845

846

847 Tabela 6 – Efeito de aditivos promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte
 848 suplementados com concentrado sobre as estimativas dos parâmetros
 849 ruminais da degradação ruminal da matéria seca (MS) e da fibra em
 850 detergente neutro (FDN) do feno de capim Massai

Parâmetros Ruminais	Tratamentos				EPM	Valor-P
	CONT	LASA	SALI	VIRG		
	MS (a = 15,4%)					
b (%)	39,29	39,78	38,39	37,80	0,739	0,374
c (%/h)	3,13 ^{ab}	3,47 ^a	2,64 ^b	2,42 ^b	0,146	0,008
DE (2%/ hora)	48,63 ^a	48,15 ^{ab}	45,85 ^b	45,67 ^b	0,528	0,014
	FDN					
b (%)	52,7 ^a	52,65 ^a	51,61 ^{ab}	49,49 ^b	0,540	0,017
c (%/h)	2,81	2,88	2,51	2,71	0,106	0,174
DE (2% /hora)	46,19 ^{ab}	46,45 ^a	43,93 ^b	43,85 ^b	0,513	0,018

851 Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na linha (Tukey, P<0,05)

852 a = fração solúvel no tempo 0;

853 b = fração insolúvel potencialmente degradável (%);

854 c = taxa de degradação (%/h);

855 DE = degradação efetiva (2 % de taxa de passagem / hora)

856 CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG =
 857 Virginiamicina

858

859 Em experimento avaliando o efeito da monensina sódica, lasalocida sódica e
 860 propionato de laidomicina sobre o desaparecimento *in vitro* da MS, utilizando substrato
 861 de milho floculado como meio de cultura, não identificaram diferenças significativas
 862 para desaparecimento de MS entre o tratamento controle (sem aditivo) e os demais
 863 tratamentos (Quinn et al., 2009). Quando são comparados os dados do presente
 864 experimento com os resultados obtidos por pelos autores, notou-se que o efeito do
 865 promotor de crescimento sobre os parâmetros de desaparecimento de MS estão
 866 relacionados ao tipo de substrato em que o mesmo será testado, uma vez que, a digestão
 867 de amido pode ser realizada tanto por bactérias gram-positivas, quanto por gram-
 868 negativas, sendo este grupo resistente aos ionóforos.

Não foram observadas diferenças significativas para os valores de digestibilidade da MS, MO, FDN e EE (Tabela 7).

Tabela 7 – Efeito da inclusão dos aditivos promotores de crescimento na dieta de bovinos de corte suplementados com concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e CNF

Digestibilidade	Tratamentos				EPM	Valor-P
	CONT	LASA	SALI	VIRG		
MS (0 a 1)	0,582	0,571	0,558	0,583	0,013	0,541
Digestibilidade (g/kg de MS)						
MO	598,76	586,27	574,81	598,62	12,746	0,532
PB	683,71	699,71	674,14	702,57	15,065	0,538
EE	906,82	905,51	932,65	908,66	7,808	0,136
FDN	425,16	364,23	337,93	378,04	13,69	0,213
CNF	708,80	754,02	758,52	778,64	43,76	0,810

CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG = Virginiamicina

A ausência de diferença significativa para a digestibilidade dos nutrientes está provavelmente relacionada ao perfil da dieta fornecida, que mesmo com a ingestão de 1% do PC de suplemento concentrado a dieta consumida pelos animais apresentou uma concentração de FDN acima de 50%.

Para fêmeas da raça Holandesa alimentadas com uma dieta com relação volumoso concentrado de 50 : 50, avaliando o efeito da inclusão de monensina sódica, não foi identificado efeito do promotor de crescimento sobre a digestibilidade aparente de MS, PB e FDN (Osborne et al., 2004), corroborando com os dados observados neste experimento.

Em um levantamento de dados de animais confinados suplementados com monensina sódica foi encontrado que a utilização do ionóforo aumentou o desempenho

888 dos animais como consequência, dentre outros fatores, do aumento na digestibilidade da
889 MS da dieta (Goodrich et al., 1984).

890 Ao contrario do que foi proposto por Goodrich et al. (1984), outro experimento
891 avaliando a utilização de monensina sódica para bovinos confinados recebendo dietas
892 com 10 e 20% de volumoso não observaram efeito da inclusão do promotor de
893 crescimento sobre a digestibilidade ruminal da FDN e da MO , ou sobre a
894 digestibilidade total da MO (Zinn et al. 1994).

895 Ao compararem-se os dados obtidos neste experimento com os resultados
896 encontrados na literatura sobre o efeito dos promotores de crescimento para a
897 digestibilidade dos nutrientes, observou-se uma maior resposta dos mesmos quando
898 utilizados em animais confinados recebendo elevadas quantidades de alimento
899 concentrado. Isto reforça a hipótese de que os ionóforos melhoraram o coeficiente de
900 digestibilidade a medida que ocorre um aumento na densidade energética da dieta.

901 Os resultados obtidos para pH não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$)
902 para os diferentes aditivos, no entanto houve diferença ($P<0,05$) para os valores de pH
903 em função dos tempos após a alimentação (Tabela 8).

904 A ausência de efeito dos aditivos promotores de crescimento sobre os valores de
905 pH se deve, provavelmente, ao elevado consumo diário de feno, que representou 54,5%
906 do consumo total de MS, e contribuiu para um maior tempo de ingestão e ruminação, e
907 consequentemente uma maior produção de saliva, conhecida por apresentar um potente
908 poder de tamponamento (Mourthe et al. 2011).

909 Os maiores valores para pH do líquido ruminal foram observados às 9:00 e
910 19:00 horas, duas horas após o fornecimento do suplemento concentrado (Tabela 8).
911 Esta elevação no valor do pH ocorreu em função da ingestão de suplemento

concentrado que continha ureia. Depois de ingerida a ureia é convertida a amônia pelas bactérias ureolíticas, a qual é responsável pela elevação dos valores de pH.

Tabela 8- Média dos valores de pH ruminal de bovinos de corte suplementados com concentrado recebendo diferentes promotores de crescimento nos tempos de coleta

Horarios ¹	Tratamentos				Médias
	CONT	LASA	SALI	VIRG	
07:00h	6,77±0,06	6,80±0,06	6,78±0,06	6,71±0,06	6,77±0,03 ^B
2	6,94±0,06	6,90±0,06	6,92±0,06	6,85±0,06	6,91±0,03 ^A
4	6,81±0,06	6,84±0,06	6,85±0,06	6,90±0,06	6,85±0,03 ^{AB}
6	6,78±0,06	6,75±0,06	6,74±0,06	6,74±0,06	6,77±0,03 ^{ABC}
8	6,82±0,06	6,71±0,06	6,71±0,06	6,81±0,06	6,75±0,03 ^{ABC}
17:00	6,74±0,06	6,84±0,06	6,73±0,06	6,78±0,06	6,76±0,03 ^{ABC}
2	6,73±0,06	6,82±0,06	6,88±0,06	6,88±0,06	6,83±0,03 ^{AB}
4	6,66±0,06	6,83±0,06	6,69±0,06	6,81±0,06	6,75±0,03 ^B
6	6,54±0,06	6,69±0,06	6,65±0,06	6,74±0,06	6,66±0,03 ^C
8	6,57±0,06	6,66±0,06	6,63±0,06	6,74±0,06	6,65±0,03 ^C
10	6,60±0,06	6,66±0,06	6,68±0,06	6,65±0,06	6,65±0,03 ^C
12	6,67±0,06	6,75±0,06	6,84±0,06	6,69±0,06	6,74±0,03 ^{BC}
Médias	6,72±0,02	6,77±0,02	6,76±0,02	6,77±0,02	

¹ Horários e tempos após cada fornecimento dos suplementos: 07:00 e 17:00; Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (Tukey, P<0,05); CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG = Virginiamicina;

Os valores de N-NH₃ ruminal apresentaram diferenças significativas (P<0,05) para os valores médios dos tratamentos e para aos horários de coleta, (Tabela 9). Não foi identificada interação entre tratamento e horário de coleta.

928 Tabela 9 - Média das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em mg/dL no
 929 fluido ruminal de bovinos de corte suplementados com concentrado
 930 recebendo diferentes promotores de crescimento

Horários ¹	Tratamentos				Médias
	CONT	LASA	SALI	VIRG	
07:00h	6,51±1,68	6,77±1,68	5,28±1,68	6,83±1,68	6,35±0,84 ^C
2	23,54±1,68	22,10±1,68	19,38±1,68	21,44±1,68	21,61±0,84 ^A
4	20,81±1,68	23,90±1,68	22,09±1,68	19,48±1,68	21,57±0,84 ^A
6	14,83±1,68	13,55±1,68	10,78±1,68	16,66±1,68	13,95±0,84 ^B
8	8,33±1,68	8,11±1,68	6,56±1,68	9,40±1,68	8,10±0,88 ^C
17:00	6,19±1,68	6,62±1,68	5,02±1,68	9,56±1,68	6,85±0,84 ^C
2	24,44±1,68	23,42±1,68	20,54±1,68	19,26±1,68	21,91±0,88 ^A
4	18,63±1,68	17,03±1,68	15,91±1,68	16,34±1,68	16,97±0,84 ^B
6	9,61±1,68	9,41±1,68	7,31±1,68	11,37±1,68	9,42±0,84 ^C
8	8,17±1,68	7,85±1,68	4,85±1,68	11,22±1,68	8,025±0,84 ^C
10	6,03±1,68	6,35±1,68	5,06±1,68	9,89±1,68	6,83±0,84 ^C
12	5,82±1,68	6,30±1,68	5,07±1,68	9,71±1,68	6,72±0,84 ^C
Médias	12,74±0,49 ^a	12,62±0,44 ^a	10,65±0,49 ^b	13,43±0,44 ^a	

931 ¹ Horários e tempos após cada fornecimento dos suplementos: 07:00 e 17:00;
 932 Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (Tukey, P<0,05);
 933 CONT = Controle; LASA = Lasalocida sódica; SALI = Salinomicina sódica; VIRG =
 934 Virginiamicina;
 935

936 Os maiores valores de N-NH₃ ocorreram até quatro horas após o fornecimento
 937 do suplemento energético. A elevação dos teores de nitrogênio amoniacal ocorreu em
 938 função da degradação da proteína presente no suplemento energético, com uma
 939 contribuição bastante expressiva da ureia que fazia parte do suplemento.

940 A diferença encontrada entre a menor média (SALI) em comparação aos demais
 941 tratamentos pode ser explicada pela hipótese da salinomicina sódica ter reduzido o
 942 número de bactérias proteolíticas no rúmen (Webb et al., 1980). A desaminação de parte
 943 da proteína ingerida, é feita por algumas bactérias que realizam a proteólise como a
 944 *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium aminophilum* e *Clostridium sticklandii*,

945 todas elas gram-positivas e sensíveis a ação da monensina sódica (Paster et al., 1993). A
946 redução na degradação da proteína dietética pode assegurar que uma maior quantidade
947 de proteína verdadeira escape da degradação ruminal e seja absorvida na forma de
948 aminoácidos no intestino delgado, otimizando a utilização do nitrogênio.

949 A ausência de efeito da lasalocida sódica sobre os valores de N-NH₃ quando
950 comparado com o tratamento controle, também foi observado por Wessels et al. (1996)
951 trabalhando com novilhos Holandeses alimentados com uma dieta com relação
952 volumoso concentrado 50:50 e sem a utilização de nitrogênio não proteico.

953 Salivas-Chavira et al. (2009) testaram a utilização de virginiamicina para
954 animais confinado e não identificaram efeito do promotor de crescimento sobre a
955 degradação ruminal da proteína dietética.

956

957 CONCLUSÃO

958 O fornecimento dos aditivos promotores de crescimento na dose de 0,75mg do
959 princípio ativo/ kgPC de nutrientes, bem como não alterou a digestibilidade aparente da
960 MS, MO, PB, EE, FDN e CNF. A salinomicina sódica reduziu a degradação ruminal da
961 proteína, sugerindo um maior escape de proteína para o abomaso. A inclusão de
962 salinomicina sódica e virginiamicina prejudicam a degradação ruminal da MS e FDN
963 podendo comprometer o desempenho de animais mantidos em pastejo.

964

965

966

967

968

969

REFERÊNCIAS

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1995 Official methods of analysis. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- BRETSCHENEIDER, G., ELIZALDE, J. C.; PÉREZ, F.A. 2008. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. *Livestock Science* 114:135-149.
- FAFTINE, O. L. J. 2006. Efeitos da salinomicina no consumo, degradação no rúmen e *in vitro*, taxas de produção de gases e fermentação *in vitro* de dietas compostas por feno de capim coast cross (*Cynodon dactylon*) e sal proteinado. Tese (D. Sc) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- FENNER, H. 1965. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science* 48:249–251.
- FRANCO, G. L.; BARROS, L. F.; ROCHA, M. S. T.; MEDEIROS, L. Q.; RAMOS, A. K. B. 2010. Suplementação proteico-energético sobre o consumo voluntário e parâmetros ruminais em novilhos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 11:371-385.
- GOODRICH, R. D.; GARRET, J. E.; GAST, D. R. 1984. Influence of monensin on the performance of cattle. *Journal of Animal Science* 58:1484-1498.
- HUNTINGTON, G. B.; GIVENS, D. I. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. *Nutrition Abstract and Reviews (Series B)* 65:63-93.
- MCLENNAN, S. R.; CALLAGHAN, M. J.; SWAIN, A. J.; KIDD, J. F. 2012. Effect of monensin inclusion in supplements for cattle consuming low quality forage. *Animal Production Science* 52:624-629.
- MOURTHE, M. H. F.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, R. C.; COELHO, S. G.; SATURNINO, H. M. 2011. Suplemento múltiplo com ionóforos para novilhos em pasto: consumo, fermentação ruminal e degradabilidade *in situ*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 63:129-135.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. National Academy, Washington, DC.
- OSBORNE, J. K.; MUTSVANGWA, T.; ALZAHAL, O.; DUFFIELD, T. F.; BAGG, R., DICK, P.; VESSIE, G.; McBRIDE, B. W. 2004. 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* 87:1840-1847.
- ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science* 92:499 – 503.

- 1019 PAGE, S. W. 2003. The role of enteric antibiotics in livestock production.: Avcare-
1020 Advanced Veterinary Therapeutics, Canberra.
1021
- 1022 PASTER, B. J.; RUSSELL, J. B.; YANG, C. M. J. 1993. Phylogeny of the ammonia
1023 producing ruminal bacteria *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii*
1024 and *Clostridium aminophilum* sp. International journal of systematic and
1025 evolutionary microbiology 43:107–110.
1026
- 1027 QUINN, M. J.; MAY, M. L.; HALES, K. E.; DiLORENZO, N.; LEIBOVICH, J.;
1028 SMITH, D. R.; GALYEAN, M. L. 2009. Effects of ionophores and antibiotics on in
1029 vitro hydrogen sulfide production, dry matter disappearance, and total gas production
1030 in cultures with steam-flaked corn-based substrate with or without added sulfur.
1031 Journal of Animal Science 87:1705-1713.
1032
- 1033 RODRIGUES, P. H. M.; PEIXOTO, K. C. J.; FRANCO, S. C. M.; ALVES, E. J. S.;
1034 MEYER, P. M.; VAZ, A. P. 2007. Avaliação da monensina sódica administrada pela
1035 forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos
1036 alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com
1037 uréia. Revista Brasileira de Zootecnia 36:1937-1944.
1038
- 1039 RODRIGUES, P. H. M.; LUCCI, C. S.; CASTRO, A. L. 2000. Efeitos da lasalocida
1040 sódica e proporção volumoso:concentrado sobre a fermentação ruminal em vacas
1041 secas. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 37.
1042
- 1043 RUIZ, R.; ALBRECHT, G. L.; TEDESCHI, L. O.; JARVIST, G.; RUSSELL, J. B.;
1044 FOX, D. G. 2001. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of
1045 lactating dairy cows consuming fresh forage. Journal of Dairy Science 84:1717-
1046 1727.
1047
- 1048 RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. 1989. Minireview: Effect of ionophores on ruminal
1049 fermentation. Applied Environmental Microbiology 55:1-6.
1050
- 1051 RUSSELL, J. B. 1987. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen
1052 bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. Journal of Animal
1053 Science 64:1519–1525.
1054
- 1055 SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, U.; TORRENTERA,
1056 N.; ZINN, R. A. 2009. Comparative effects of virginiamycin supplementation on
1057 characteristics of growth-performance, dietary energetic, and digestion of calf-fed
1058 Holstein steers. Journal of Animal Science 87:4101-4108.
1059
- 1060 SAS INSTITUTE. SAS System for windows. Version 8.0. Cary: SAS Institute Inc.
1061 1999. 2 CD-ROM.
1062
- 1063 SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B.
1064 1992. A net carbohydrate system for evaluating cattles diets: II. Carbohydrate and
1065 protein availability. Journal of Animal Science 70:3562-3577.
1066
- 1067 SPEARS, J. W. 1990. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants.
1068 The Journal of Nutrition 632-638.

- 1069
1070 VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. 1991. Symposium:
1071 carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.
1072 Journal of Dairy Science 74:3583-3597.
1073
- 1074 VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; BENTO, A. M., CAMPOS, J. M. S.; JHAN, G. N.;
1075 FREITAS, A. W. P.; MORAIS, M. V. O. 2001. Influência de Rumensin®,
1076 óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos
1077 ruminais em bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia 30:1650-1658
1078
- 1079 WEBB, K. E.; FONTENOT, J. P.; LUCAS, D. M. 1980. Metabolism studies in steers
1080 fed diferente levels of salinomycin. Journal of Animal Science 51:407-415.
- 1081
- 1082 WESSELS, R. H.; TITGEMEYER, E. C.; ARMENDARIZ, C. K.; JEAN G. S. T. 1996.
1083 Lasalocid effects on ruminal degradation of protein and postruminal supply of amino
1084 acids in Holstein steers. Journal of Dairy Science 79:1802-1808.
1085
- 1086 ZINN, A. R.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and
1087 monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function.
1088 Journal of Animal Science 74:2209-2215.
1089
- 1090
- 1091