

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Promotores de crescimento para bovinos de corte
criados a pasto no período das águas**
Growth promoters for beef cattle raised in pasture in rainy
season

JOÃO ARTEMIO MARIN BELTRAME

CAMPO GRANDE - MS
FEVEREIRO – 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Promotores de crescimento para bovinos de corte
criados a pasto no período das águas**
Growth promoters for beef cattle raised in pasture in rainy
season

JOÃO ARTEMIO MARIN BELTRAME
Médico Veterinário

Orientador: Professor Dr. Gumercindo Lorian Franco

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência animal, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade federal de Mato Grosso do Sul – Área de concentração: produção animal.

CAMPO GRANDE - MS
FEVEREIRO - 2013

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos,

Aos meus pais, João Artêmio Beltrame e Neli Marin Beltrame, pelo incentivo, apoio e confiança em mim depositada. Minha mãe, que é meu maior exemplo de sucesso, o alicerce de minha família e meu porto seguro. Meu pai, que me ensinou a ter amor por essa bela profissão de Médico Veterinário, me guiando e incentivando desde meus primeiros passos servindo para mim como exemplo a ser seguido.

Aos meus irmãos Jônatah e Cassiano, que sempre me apoiaram, bem como a todos meus demais familiares, que de alguma forma me auxiliaram durante esta caminhada.

A minha namorada e companheira Dannielle, 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 Fazenda Água Limpa, em especial ao diretor professor José Mauro Diogo, que me forneceram todas as condições necessárias e me auxiliaram na condução do projeto de pesquisa.

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

Em especial ao professor Gumercindo Loriano 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!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. HISTÓRICO DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	2
2. MOLÉCULAS E MECANISMOS DE AÇÃO DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA BOVINOS.....	3
2.1 MOLÉCULAS E MECANISMOS DE AÇÃO DOS IONÓFOROS.....	3
2.2 MÓLECULA E MECANISMO DE AÇÃO DA VIRGINIAMICINA....	4
3. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL, DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES.....	5
3.1 ENERGIA.....	5
3.2 PROTEÍNA.....	6
3.3 MINERAIS.....	7
4. RESULTADOS DE DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE RECEBENDO PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	8
5. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA PREVENÇÃO DE DISTÚRBIOS METABÓLICOS E ABCESSOS HEPÁTICOS.....	9
6. DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE RUMINANTES COM A UTILIZAÇÃO DE PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	11
7. TOXICIDADE DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA BOVINOS.....	12
8. RESISTENCIA MICROBIANA AOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	13
9. REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO II – ARTIGO: Promotores de crescimento para bovinos de corte criados a pasto no período das águas	
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	18
INTRODUÇÃO.....	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	31

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, ultrapassando a casa das 205 milhões de cabeças, e a região centro-oeste destaca-se por ter a maior participação na criação, com aproximadamente 34% do rebanho total do país (IBGE, 2010).

Do total de bovinos abatidos no Brasil, mais de 90% 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, o ganho de peso dos animais fica muito aquém do seu potencial genético, devido em parte à ineficiência de alguns processos fermentativos ruminais. Assim, há necessidade de buscar tecnologias para melhorar a eficiência de utilização deste recurso.

Os ionóforos e antibióticos promotores de crescimento atuam nas bactérias ruminais selecionando as mais eficientes, as produtoras de ácido propiônico, e por consequência, diminuindo a produção e eliminação de gás metano (CH₄). Isso leva a uma melhor utilização do pasto ingerido, melhorando então a taxa de ganho de peso dos animais, além de diminuir os impactos ambientais da pecuária por meio da redução da liberação de metano.

Os promotores de crescimento podem ser administrados aos bovinos incorporados ao sal mineral, sendo assim, sua inclusão no sistema de produção, não modifica o manejo tradicional das propriedades e não depende de altos investimentos em infra-estrutura, possibilitando a massificação de uma tecnologia até então utilizada principalmente para os animais em confinamentos.

Alguns resultados de pesquisa mostram ser positivos o efeito de antibióticos ou ionóforos sobre o ganho de peso de bovinos mantidos em pastagens. Porém, para sua adição em suplementos minerais existe a necessidade de obtenção de resultados mais consistentes para concluir-se qual o real efeito dos aditivos antibióticos e ionóforos em relação às respostas produtivas.

27

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

28

1. HISTÓRICO DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO

29

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).

33

Moore et al. (1946) perceberam aumento no peso de frangos que receberam, por via oral, a combinação dos antibióticos sulfasuxidina e estreptomicina, enquanto buscavam como objetivo principal do experimento 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”.

39

Harned et al. (1948) estudando as propriedades farmacológicas da clorotetraciclina, como por exemplo a absorção, excreção e toxicidade, notaram 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.

46

Testando um caldo de fermentação de *Streptomyces aureofaciens*, subproduto da fabricação de clorotetraciclina, 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 clorotetraciclina presente no resíduo de fermentação. Posteriormente os mesmos 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.

54

O primeiro ionóforo descoberto foi a lasalocida, 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.

58

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

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

67 Outro antibacteriano bastante utilizado como promotor de crescimento para
68 animais de produção é a virginiamicina, que é um antibiótico da classe das
69 estreptograminas. A virginiamicina foi isolada na década de 1950 de uma cepa mutante
70 de *Streptomyces virginiae*, originária de solos da Bélgica (DeSOMER & VAN DIJCK,
71 1955).

72 São regulamentados para o uso como promotores de crescimento no Brasil os
73 ionóforos monensina, lasalocida e salinomicina, bem como o antibiótico virginiamicina,
74 segundo a instrução normativa SARC n° 13 de 30/12/2004 (MAPA, 2004).

75 **2 MOLÉCULAS E MECANISMOS DE AÇÃO DOS PROMOTORES DE** 76 **CRESCIMENTO PARA BOVINOS**

77 Os promotores de crescimento utilizados para ruminantes apresentam diferentes
78 mecanismos de ação, em função da classe em que se encontram, porém o objetivo
79 principal de sua utilização é mesmo, independente da classificação, que haja redução no
80 número de micro-organismos gram-positivos no ambiente ruminal, pois estes são
81 descritos como produtores de subprodutos de fermentação, menos eficientes na
82 produção de energia e mais prejudiciais aos animais hospedeiros.

83 **2.1 MOLÉCULAS E MECANISMOS DE AÇÃO DOS** 84 **IONÓFOROS**

85 O nome “ionóforo” tem como tradução do grego “carregador de íons”, devido a
86 sua capacidade de interagir de forma passiva com cátions, servindo como meio de
87 transporte desses íons através da membrana celular das bactérias. São moléculas com
88 peso molecular variando de 500 a 2.000 Daltons, com exterior pouco solúvel em
89 soluções aquosas e altamente lipossolúvel, com interior hidrofílico, características que

90 proporcionam seu mecanismo de ação sobre as bactérias (RUSSEL & STROBEL,
91 1989).

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

96 A monensina forma complexos lipossolúveis com cátions, e esta molécula
97 protonada se adere às bactérias gram-positivas, se solubilizam na membrana
98 citoplasmática e libera o cátion para o interior da célula. A concentração de potássio
99 (K^+) intracelular é maior que a concentração extracelular, favorecendo com que a
100 molécula de monensina atue como uma bomba de prótons, trocando o K^+ do interior da
101 célula por prótons de H^+ (RUSSEL & STROBEL, 1989).

102 Este influxo de H^+ para célula, faz com que ocorra queda do pH e desequilíbrios
103 homeostáticos no meio intracelular. A célula então ativa mecanismos de homeostase
104 que consomem energia, expulsando os prótons de H^+ por meio de transporte ativo, e
105 devido ao contínuo influxo de H^+ , acaba levando a morte celular por exaustão ou
106 mesmo parada das atividades celulares pela queda do pH (RUSSEL & STROBEL,
107 1989).

108 A monensina apresenta dez vezes mais afinidade por sódio (Na^+) do que por K^+
109 (PRESSMAN & FAHIM, 1982), porém sua ação nas bactérias microbianas é realizada
110 principalmente utilizando K^+ , isto ocorre porque o gradiente de concentração do K^+ é
111 em torno de 25 vezes maior que o de Na^+ , tornando o efluxo de K^+ mais exergônico que
112 o de Na^+ (RUSSEL, 1987).

113 A monensina forma ligação somente com íons monovalentes, e sua ordem de
114 afinidade por cátions é: $Na^+ >> K^+ > Rb^+ > Li^+ > Cs^+$, enquanto que a lasalocida se liga tanto
115 com íons monovalentes quanto divalentes, tendo preferência pelos divalentes, na
116 seguinte ordem de afinidade: $Ba^{++} > Sr^{++} > Ca^{++} > Mg^{++}$, já a afinidade pelos cátions
117 monovalente é a seguinte: $Cs^+ > Rb^+ \approx K^+ > Na^+ > Li^+$ (PRESSMAN, 1976). A salinomicina
118 também se liga a cátions monovalentes e divalentes, tendo como ordem de afinidade:
119 $Rb^+, Na^+ > K^+ >> Cs^+ > Sr^{++} > Ca^{++}, Mg^{++}$ (MITANI et al., 1975).

120 2.2 MOLÉCULA E MECANISMO DE AÇÃO DA 121 VIRGINIAMICINA

122 A virginiamicina é uma mistura natural de dois componentes químicos distintos,
123 denominados fator M e fator S, em uma combinação aproximada de 4:1 (M:S). O fator
124 M apresenta peso molecular de 526 Daltons e o fator S 824 Daltons (CHAMPNEY &
125 TOBER, 2000).

126 Os dois compostos isoladamente apresentam efeito contra bactérias gram-
127 positivas, mas quando combinados, apresentam um efeito sinérgico que potencializa em
128 torno de dez vezes seu efeito. Por exemplo, a concentração inibitória mínima (CIM)
129 para *Bacillus subtilis* é 0,5 e 0,4 mcg/mL para os fatores M e S isolados
130 respectivamente, enquanto que a mistura de 80% do fator M e 20% do fator S apresenta
131 a CIM de 0,04mcg/mL (VAN DIJCK et al., 1957).

132 A virginiamicina penetra através da membrana celular das células microbianas, e
133 forma ligações irreversíveis no sítio 50S dos ribossomos, impedindo a síntese proteica
134 celular através da inibição da transcrição de RNA, o que interrompe a multiplicação
135 desses micro-organismos (COCITO, 1979; PAGE, 2003).

136 **3. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO SOBRE A** 137 **FERMENTAÇÃO RUMINAL, DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES.**

138 **3.1 ENERGIA**

139 As bactérias ruminais fermentam os alimentos ingerido pelos animais, e entre os
140 subprodutos de fermentação liberados estão ácidos graxos voláteis (AGV), acetato,
141 butirato e propionato, que são absorvidos e utilizados na produção de energia pelos
142 ruminantes, e no caso de animais consumindo forragens os AGV podem contribuir entre
143 50 e 85% do total de energia metabolizável (CHURCH, 1988).

144 Os processos fermentativos que liberam acetato e butirato são considerados
145 menos eficientes, pois neles uma maior proporção de energia é perdida pela liberação de
146 CO₂ e H₂, que são eliminados do rúmem na forma de metano (CH₄), e esta eliminação
147 gera perdas energéticas que variam de 2 a 12% da energia bruta ingerida (JOHNSON &
148 JOHNSON, 1995).

149 A inclusão de promotores de crescimento, sejam eles ionóforos ou antibióticos,
150 promovem a redução da população de bactérias gram-positivas no ambiente ruminal, e
151 um dos efeitos desta redução é a modificação na produção de ácidos graxos voláteis
152 (AGV). Estas bactérias liberam como subprodutos de fermentação uma maior

153 quantidade dos ácidos graxos acetato e butirato, enquanto que as gram-negativas são
154 reconhecidamente melhores produtoras de propionato.

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

159 A mudança na produção de AGV é responsável por até 50% do efeito aditivo no
160 ganho de peso dos animais (Armentano & Young, 1983).

161 A digestibilidade dos alimentos também é alterada quando se adicionam
162 ionóforos a dieta de ruminantes. Spears (1990) avaliando em conjunto trabalhos *in vivo*,
163 encontrou resultados de aumento de 2,1 pontos percentuais na digestibilidade da matéria
164 orgânica em trabalhos que utilizaram a monensina, e 2 pontos percentuais para trabalhos
165 com lasalocida.

166 Os aumentos de digestibilidade proporcionado pelos ionóforos, podem ser
167 explicados pelo fato destas moléculas reduzirem a taxa de passagem, o que aumenta o
168 tempo de retenção dos alimentos no rúmen, de modo que estes ficam mais tempo
169 expostos para serem fermentados pelos micro-organismos (Lemenager et al., 1978).

170 A monensina sódica pode reduzir em até 44% a taxa de passagem ruminal de
171 bovinos alimentados com gramíneas de baixa qualidade (Lemenager et al., 1978), para a
172 salinomicina são descritas reduções na taxa de passagem de sólidos de 24% ruminal e
173 25% no intestino grosso (Kobayashi et al., 1986).

174 3.2 PROTEÍNA

175 Boa parte da proteína de origem dietética sofre deaminação e degradação
176 microbiana.

177 Durante os processos de degradação ruminal da proteína, ocorre a liberação
178 nitrogênio ao ambiente ruminal na forma de amônia, esta amônia é utilizada em parte
179 para a síntese de proteína microbiana, o restante é absorvido para a corrente sanguínea
180 através das papilas ruminais, e detoxificada no fígado, transformada em uréia, que pode
181 ser reciclada ao rúmen via saliva ou excretada pela urina (Lehninger et al., 1995).

182 Paster et al., (1993) identificaram algumas bactérias ruminais que promovem
183 proteólise e deaminação de parte da proteína ingerida, como por exemplo
184 *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium aminophilum* e *Clostridium sticklandii*.

185 Estas bactérias são gram-positivas e sensíveis à ação dos promotores de
186 crescimento, em especial aos ionóforos, tendo sua população ruminal reduzida quando
187 da utilização destes aditivos (Page, 2003).

188 A redução na população de bactérias proteolíticas faz com que uma maior parte
189 da proteína de origem dietética escape da deaminação e degradação ruminal, chegando
190 ainda integra para digestão no abomaso e absorção no intestino delgado (Chen &
191 Russell, 1991). Este fato torna interessante a utilização de ionóforos em dietas que
192 contém fontes de proteínas com aminoácidos de alto valor biológico.

193 Vários estudos demonstraram haver reduções na quantidade de amônia ruminal
194 com a utilização de monensina (Chen & Russell, 1991; Newbold et al., 1990; Russell &
195 Martin, 1984), ou salinomicina (Webb et al., 1980). Estas reduções na quantidade de
196 amônia ruminal são frutos da diminuição da deaminação e degradação das proteínas
197 dietéticas.

198 A redução da degradação proteica e conseqüentemente da amônia ruminal, leva
199 a melhorias no uso da proteína pelo animal, visto que uma menor quantidade de N será
200 excretada via urina, gerando também economias energéticas, pois para cada grama de N
201 excretado via urina são gastos de 13,3 kcal/energia digestível, nos processos de
202 detoxificação e excreção (Broderick & Clayton, 1997).

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

208 **3.3 MINERAIS**

209 Há relatos de que os promotores de crescimento aumentam a absorção de alguns
210 minerais, porém os mecanismos pelos quais essa melhora é proporcionada ainda não são
211 claros (SPEARS, 1990).

212 A retenção aparente de magnésio (Mg) é aumentada com a utilização de
213 monensina ou lasalocida. Starnes et al (1984) encontraram 36% de aumento na absorção
214 de Mg utilizando a monensina, e 39% utilizando a lasalocida.

215 Gado et al (1986) também avaliaram a absorção de Mg utilizando ionóforos, a
216 porcentagem de absorção foi de 24,6 para o grupo controle e aumentou para 27,2 e 27,8

217 com a monensina e lasalocida respectivamente, representando mais de 10% de aumento
218 para os dois ionóforos.

219 A maior parte da absorção de Mg ocorre no rúmen, e a melhora na absorção com
220 a utilização de ionóforos podem ser fruto de uma maior atividade da bomba de Na/K.

221 A retenção corporal de fósforo (P) também é melhorada com a utilização de
222 ionóforos, a absorção deste mineral ocorre no intestino delgado, e está ligada ao sódio e
223 a bomba de Na/K.

224 Starnes et al. (1984) relataram aumentos de aproximadamente nove pontos
225 percentuais na absorção de P tanto para monensina quanto para a lasalocida,
226 comparativamente a um grupo controle que teve 47,8% de absorção.

227 A absorção de cálcio também teve melhoras com o uso de lasalocida e
228 monensina (Duff et al., 1994; Gado et al., 1986), já a utilização de salinomocina
229 apresentou reduções na absorção deste mineral (REFFETT-STABEL et al, 1989).

230 **4. RESULTADOS DE DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE** 231 **RECEBENDO PROMOTORES DE CRESCIMENTO**

232 Os benefícios sobre a fermentação, digestão e absorção dos nutrientes se
233 refletem em melhorias no desempenho animal.

234 Um levantamento europeu, avaliando 92 experimentos de desempenho de
235 bovinos de corte recebendo diferentes promotores de crescimento, tanto a pasto quanto
236 em confinamento, encontraram média de 12% de ganho diferencial para os animais
237 tratados em relação ao grupo controle, também avaliaram os dados de 73 estudos quanto
238 à conversão alimentar, encontrando resultado de 10% de melhora para os grupos
239 tratados (CEAS, 1991 apud Page, 2003).

240 Segundo o mesmo levantamento, o ganho de peso diferencial com promotores
241 de crescimento é menor em animais confinados em relação aos criados a pasto.

242 Utilizando a salinomocina em três dietas de confinamento contendo 10, 15 e 20%
243 de volumoso, Zinn (1986) encontrou aumento médio no ganho de peso diário de 60 g
244 (de 1,140 kg para 1,200 kg), correspondendo a um ganho diferencial de 5,3%, enquanto
245 que Bagley et al. (1988) trabalhando com o mesmo princípio ativo, encontraram 10% de
246 ganho diferencial no ganho médio diário de animais criados a pasto.

247 Um trabalho de revisão analisando os resultados de 53 ensaios de confinamento
248 utilizando monensina foi encontrado apenas 2,5% de melhora no ganho de peso médio

249 diário, porém o consumo de alimentos teve redução média de 5,1%, levando a 7,2% na
250 eficiência alimentar (Wagner, 1984).

251 Wilkinson et al. (1980) examinaram os efeitos da suplementação com 200 mg
252 por dia de monensina de bovinos criados a pasto, em uma série de 12 ensaios de campo.
253 Os resultados no ganho médio diário entre os 12 ensaios variaram de 3,7 a 29,9 por
254 cento, com uma média ponderada indicando melhora sobre os grupos não tratados de
255 13,7 por cento.

256 Bretschneider et al. (2008) analisaram o resultado de 48 ensaios utilizando
257 diferentes promotores para bovinos alimentados com dietas a base de forragens,
258 encontraram 12,1% no ganho de peso diferencial com monensina, 10,3% com a
259 lasalocida, 37,5% com a salinomicina e 13,1% com a virginiamicina.

260 O resultado de cada promotor de crescimento sobre o ganho de peso dos animais
261 é dependente da qualidade da forragem. A resposta da monensina aumenta à medida que
262 a qualidade da forragem diminui, já o efeito da lasalocida é maior quanto melhor a
263 forragem (Bretschneider et al. 2008).

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

266 Em dois experimentos do mesmo trabalho em anos consecutivos utilizando a
267 adição de lasalocida ao suplemento mineral oferecido a novilhas de corte em recria a
268 pasto, houve melhora no ganho de peso em apenas um dos ensaios. (Rode et al. 1994).

269 Bagley et al. (1988) não encontraram efeitos no ganho de peso com a adição de
270 salinomicina ao suplemento mineral, em novilhos criados em pastagem.

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

274 **5. BENEFÍCIOS DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA** 275 **PREVENÇÃO DE DISTÚRBIOS METABÓLICOS E ABCESSOS HEPÁTICOS**

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

278 A acidose ruminal ocorre principalmente em animais recebendo dietas ricas em
279 grãos, pois apresentam grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis.

280 Estes carboidratos consumidos pelos ruminantes são rapidamente fermentados
281 por populações microbianas do rúmen, principalmente bactérias gram-positivas como a

282 *Streptococcus bovis* e o *Lactobacillus spp.* que produzem como resíduo da fermentação
283 o ácido láctico, um intermediário comum e importante do processo de fermentação
284 normal e em condições normais, é geralmente rapidamente convertido em ambos os
285 ácidos acético ou propiônico (Allison et al., 1975).

286 Esta rápida fermentação de carboidratos pelas bactérias gram-positivas, produz
287 lactato em demasia, causando acúmulo deste ácido. Este acúmulo diminui o pH do
288 fluido ruminal, e quando este é inferior a 5,8, já se caracteriza acidose subclínica
289 prejudicando o desempenho animal (Bevans et al., 2005).

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

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

300 As lesões no epitélio ruminal causados pela acidificação do fluido ruminal,
301 podem atuar como porta de entrada para algumas toxinas da parede celular liberadas
302 pela morte de bactérias gram-negativas durante a acidificação, estas toxinas quando
303 absorvidas pelas lesões do epitélio são comumente relacionadas a casos de laminite,
304 ruminite necrótica e abscessos hepáticos (Enemark et al., 2002).

305 A atonia ruminal em decorrência da acidose provoca o acúmulo de gás no
306 rúmen, o que leva a quadros de timpanismo gasoso, este se não tratado rapidamente,
307 leva o animal a morte por insuficiência respiratória devido à compressão do diafragma
308 causada pelo aumento de volume ruminal (Radostits et al., 2000).

309 Outro distúrbio metabólico digestivo combatido pelos ionóforos é o timpanismo
310 espumoso, este é causado pela retenção de gás produzido a partir da fermentação de
311 alimentos facilmente digestíveis. Resultando na formação de uma espuma estável que
312 evita a liberação de gases de fermentação pela eructação, causando aumento no volume
313 ruminal, também levando o animal a morte por insuficiência respiratória (Wang et al.,
314 2012).

315 Este distúrbio é muito comum em animais em pastagens com altos níveis de
316 proteína de rápida degradação, como alfafa e trevo branco. A monensina e a lasalocida
317 são eficazes na prevenção do timpanismo espumoso, pois diminuem a viscosidade do
318 fluido ruminal, impedindo a formação de espuma estável (Wang et al., 2012).

319 **6. DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE** 320 **RUMINANTES COM A UTILIZAÇÃO DE PROMOTORES DE** 321 **CRESCIMENTO**

322 A melhor utilização da energia, proteína e minerais, além de propiciar melhoras
323 no desempenho e reduções nos custos de produção dos animais, também auxiliam na
324 diminuição dos impactos ambientais causado pela atividade pecuária.

325 Estudos mostram que o gás metano (CH_4) apresenta um potencial de
326 aquecimento global 25 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2) (IPCC, 2006), e é
327 responsável por aproximadamente 15% do aquecimento global (Cotton & Pielke, 1995).
328 Aproximadamente $\frac{1}{4}$ das emissões antropogênicas deste gás são frutos da fermentação
329 entérica dos ruminantes (Wuebbles & Hayhoe, 2002).

330 Tanto a utilização de virginiamicina quanto de ionóforos reduz a produção de
331 metano entérico (Page, 2003). A emissão de metano pode ser diminuída em até 30%
332 com a utilização de promotores de crescimento (Odongo et al., 2007; Guan et al., 2006;
333 Johnson & Johnson 1995).

334 As bactérias metanogênicas, na grande maioria são resistentes aos promotores de
335 crescimento, porém as populações de bactérias gram-positivas, que liberam H_2 , são
336 reduzidas, diminuindo a liberação de H_2 , que é substrato primário para a metanogênese
337 ruminal (Nagaraja et al., 1997).

338 As possíveis melhoras na digestibilidade e redução na ingestão de alimentos,
339 também favorece a mitigação de metano, pois cerca de 10 a 15% da produção de
340 metano na criação de ruminantes, ocorre devido a fermentação dos dejetos desses
341 animais, e essas melhoras na eficiência alimentar reduzem a produção fecal (Wuebbles
342 & Hayhoe, 2002).

343 O melhor desempenho em ganho de peso e melhor conversão alimentar
344 propiciada pelos promotores de crescimento também auxilia na diluição dos impactos
345 ambientais da produção de ruminantes, pois com maior ganho de peso, o ciclo produtivo
346 dos animais é reduzido, diminuindo o total de metano produzido por animal abatido,
347 além de que com a mesma área territorial destinada a produção, tem-se acréscimos na

348 produtividade, evitando a necessidade de abertura áreas para implantação de pastagem,
349 contribuindo com a redução do desmatamento.

350 **7. TOXICIDADE DOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA** 351 **BOVINOS**

352 Os efeitos tóxicos e casos de mortalidade de animais devido a ingestão de
353 promotores de crescimento geralmente são associados a erros de administração aos
354 animais, causados por falhas na homogeneidade da mistura dos aditivos ou erros na
355 dose administrada devido as diferentes concentrações dos produtos comerciais
356 disponíveis.

357 A intoxicação por ionóforos pode causar morte súbita, em 7 horas, ou apresentar
358 evolução crônica, com sinais de insuficiência cardíaca congestiva: hidropericárdio,
359 hidrotórax, edemas subcutâneos e pulmonar, ascite e fígado noz-moscada (Gava et
360 al.,1997).

361 Os sinais clínicos mais frequentes são anorexia, diarreia, incoordenação motora,
362 andar rígido e relutância em mover-se, tremores musculares, mioglobinúria, depressão,
363 emaciação e decúbito (Schweitzer et al., 1984).

364 A dose letal média (DL50) para a lasalocida em bovinos é de 50 mg/kg PC, para
365 a monensina 21,9 a 35,8 mg/kg PC (Galitzer et al., 1986).

366 Há relato de intoxicação por salinomocina em bovinos da raça Simental,
367 mantidos em confinamento de quarentena de importação, e receberam 21,3 mg/Kg de de
368 peso corporal, dose 35 vezes superior a recomendada pelo fabricante do produto (Gava
369 et al.,1997).

370 Não foram relatados casos de intoxicação pelo antibiótico virginiamicina em
371 nenhuma espécie animal.

372 **8. RESISTÊNCIA MICROBIANA AOS PROMOTORES DE** 373 **CRESCIMENTO**

374 Quando se trata da utilização de antimicrobianos, logo se pensa em resistência
375 bacteriana, pois desde o lançamento comercial dos primeiros antibióticos, já se tem
376 relato de resistência bacteriana.

377 São três os mecanismos pelos quais as bactérias podem se adaptar e criar
378 resistência aos antimicrobianos são eles: síntese de enzimas pelos microrganismos que

379 degradam o antibiótico (I), alteração no alvo celular (ribossomos) (II) e mudança na
380 permeabilidade celular (III) (Salman et al., 2006).

381 Para os ionóforos não se tem notícias de resistência de populações microbianas
382 anteriormente susceptíveis, porém existem vários relatos diminuição dos efeitos após
383 longos períodos de administração aos animais, remetendo a possíveis adaptações das
384 bactérias aos mecanismos de ação dos ionóforos, como por exemplo, modificações dos
385 polissacarídeos da membrana celular, aumento na atividade da bomba iônica (Russel &
386 Strobel, 1989) ou mesmo a substituição da população de bactérias susceptíveis por outra
387 com predominância de bactérias resistentes (Lana & Russel, 1986).

388 Os resultados de diminuição de efeito dos ionóforos são bastante variáveis,
389 podendo ou não ocorrer. A mensuração da metanogênese é uma das formas de avaliar
390 possíveis adaptações da microbiota.

391 Guan et al. (2006) mostraram que a monensina (33 mg/kg) reduziu a emissão de
392 metano por bovinos de corte em até 30%, mas os níveis de produção desse gás foram
393 restaurados dentro de dois meses, sugerindo a hipótese de adaptações da microbiota.

394 Enquanto que Odongo et al. (2007) observaram que a monensina reduziu a
395 produção de metano em vacas leiteiras por um período superior a seis meses,
396 evidenciando a ausência de resistência microbiana ao ionóforo.

397 Alguns estudos sugerem que a adaptação da microbiota pode ser dependente do
398 tipo de dieta, e que com dietas que são à base de forragem é difícil de ocorrer resistência
399 (Rumpler et al., 1986; O'Kelly & Spiers, 1992).

400 A virginiamicina, por ser um antibiótico com ação direta sobre os ribossomos,
401 existe o rico de modificações no alvo celular, podendo causar resistência a este princípio
402 ativo, porém não são relatados casos de bactérias resistentes.

403 9. REFERÊNCIAS

404 AGTARAP, A., CHAMBERLIN J.W., PINKERTON, M., STEINRAUF, L. 1967. The
405 structure of monensic acid, a newbiologically active compound. **Journal of**
406 **Amerian Chemical Society.** 89, 5737–5739.

407 ALLISON, M.J., ROBINSON, I.M., DOUGHERTY, R.W., BUCKLIN, J.A., 1975.
408 Grain overload in cattle and sheep: changes in microbial populations in the
409 caecum and rumen. **American Journal of Veterinary Research.** 36 (2), 181-
410 185

411 ARMENTANO, L.E., YOUNG J.W., 1983. Production and metabolism of volatile fatty
412 acids, glucose and CO₂ in steers and the effects of monensin on volatile fatty
413 acid kinetics. **Journal of Nutrition.** 113, 1265–1277.

- 414 BAGLEY, C.P., FEAZEL, J.I., MORRISON, D.G., LUCAS, D.M., 1988. Effects of
415 salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers.
416 **Journal of Animal Science.** 66, 792–797.
- 417 BEVANS, D.W., BEAUCHEMIN, K.A., SCHWARTZKOPF-GESWEIN, K.S.,
418 MCKINNON, J.J., MCALLISTER, T.A., 2005. Effect of rapid or gradual grain
419 adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of**
420 **Animal Science, Champaign.** 83, 1116, 1132.
- 421 BERGER, J., RACHLIN, A.J., SCOTT, W.E., STERNBACH, L.H., GOLDBERG,
422 M.W. 1951. The isolation of three new crystalline antibiotics from *Streptomyces*.
423 **Journal of American Chemical Society.** 73, 5295–5298.
- 424 BRETSCHEIDER, G., ELIZALDE, J.C., PÉREZ, F.A., 2008. The effect of feeding
425 antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-
426 based diets: A review **Livestock Science.** 114, 135–149.
- 427 BRODERICK, G.A., CLAYTON, M.K., 1997. A statistical of animal and nutrition
428 factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy**
429 **Science.** 80, 2964-2971.
- 430 CHAMPNEY, W.S., TOBER, C.L., 2000. Specific inhibition of 50S ribosomal subunit
431 formation in *Staphylococcus aureus* cells by 16-membered macrolide,
432 lincosamide, and streptogramin B antibiotics. **Current Microbiology.** 41, 126-
433 35.
- 434 CHEN, G.C., RUSSELL, J.B., 1991. Effect of monensin and a protonophore on protein
435 degradation, peptide accumulation and deamination by mixed ruminal
436 microorganisms *in vitro*. **Journal Animal Science.** 69, 2196–2203.
- 437 CHURCH, D.C., 1988. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.**
438 Waveland Press, 145-171.
- 439 COCITO, C.G., 1979. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain
440 synergistic components. **Microbiology Reviews.** 43, 145–198.
- 441 COTTON, W.R., PIELKE, R.A., 1995. **Human impacts on weather and climate.**
442 Cambridge: Cambridge University, 288p.
- 443 DESOMER, P., VAN DIJCK, P., 1955. A preliminary report on antibiotic no 899 — a
444 streptogramin-like substance. **Antimicrob Chemother** 632, 639p.
- 445 DUFF, G.C., GALYEAN, M.L., BRANINE, M.E., HALLFORD, D.M., 1994. Effects
446 of lasalocid and monensin plus tylosin on serum metabolic hormones and
447 clinical chemistry profiles of beef steers fed a 90% concentrate diet. **Journal of**
448 **Animal Science.** 72, 1049–1058.
- 449 ENEMARK, J. M. D., JORGENSEN, R. J., ENEMARK, P. ST., 2002. Rumen acidosis
450 with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis: a
451 review. **Veterinarija ir zootechnika.** 20, 16-29.
- 452 GADO, H.M., GOODRICH, R.D., GARRETT, J.E., MEISKE, J.C., 1986. Effects of
453 concentrate level and ionophores on energy, protein and mineral digestion in
454 steers. **Journal of Animal Science.** 63 (Suppl 1): 440.
- 455 GALITZER, S.J., OEHME, E.W., BARTLEY, E.E., DAYTON, A.D., 1986. Lasalocid
456 toxicity in cattle: acute clinicopathological changes. **Journal of Animal Science.**
457 62, 1308-1316.

- 458 GAVA, A., WOUTERS, A.T.B., WOUTERS, F., NIZGOSKI L., BARROS, C.S.L.
459 1997. Intoxicação por salinomicina em bovinos. **Pesquisa Veterinária**
460 **Brasileira**. 17, 127-130.
- 461 GUAN, H., WITTENBERG, K.M., OMINSKI, K.H., KRAUSE, D.O., 2006. Efficacy
462 of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of**
463 **Animal Science**. 84, 1896–1906.
- 464 HARNED, B.K., CUNNINGHAM, R.W., CLARK, M.C., COSGROVE, R., HINE,
465 C.H., MCCAULEY, W.J., STOKEY, E., VESSEY, R.E., YUDA, N.N.,
466 SUBBAROW, Y., 1948. The pharmacology of Duomycin. **Annals of new york**
467 **academy sciences** 51, 182–210.
- 468 IPCC, 2006. - Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissions from livestock
469 and manure management. In: Eggleston, H. S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara,
470 T.; Tabane, K. (eds). **IPCC Guidelines for nacional greenhouse gas**
471 **inventories**. Hayama: IGES, 747-846.
- 472 JOHNSON, K. A., JOHNSON, D. E., 1995. Methane Emissions from Cattle. **Journal**
473 **Animal Science**, 73, 2483-2492.
- 474 KOBAYASHI, Y., WAKITA, M., HOSHINO, S., 1986. Effects of salinomycin on
475 digesta passage, digestibility, nitrogen balance and ruminal traits in wethers.
476 **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. 56, 90-96.
- 477 LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M., 1995. **Princípios de bioquímica**.
478 2.ed. São Paulo: SARVIER, 839p. 1995.
- 479 LEMENAGER, R.P., OWENS, F.N., SHOCKEY, B.J., LUSBY, K.S., TOTUSEK, R.,
480 1978. Monensin effects on rumen turnover rate, twenty-four hour VFA pattern,
481 nitrogen components and cellulose disappearance. **Journal Animal Science**. 47,
482 255–261.
- 483 MITANI, M., YAMANISHI, T., MIYAZAKI, Y., 1975. Salinomycin: a new
484 monovalent cation ionophore. **Biochemical and Biophysical Research**
485 **Communications** 66, 1231–1236.
- 486 MOORE, P.R., EVENSON, A., LUCKEY, T.D., MCCOY, E., ELVEHJEM, C.A.,
487 HART, E.B., 1946. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in
488 nutritional studies with the chick. **Journal of Biology Chemical**. 165, 437–441.
- 489 NAGARAJA, T.G., NEWBOLD, C.J., VAN NEVEL, C.J., DEMEYER, D.I., 1997.
490 Manipulation of rumen fermentation. *In* **The rumen microbial ecosystem**,
491 edited by Hobson and Stewart, 523–632.
- 492 NEWBOLD, C.J., WALLACE, R.J., MCKAIN, N., 1990. Effects of the ionophore
493 tetronasin on nitrogen metabolism by ruminal microorganisms *in vitro*. **Journal**
494 **of Animal Science**. 68, 1103–1109.
- 495 ODONGO, N.E., BAGG, R., VESSIE, G., DICK, P., OR-RASHID, M.M., HOOK,
496 S.E.; GRAY, J.T., KEBREAB, E., FRANCE, J., MCBRIDE, B.W., 2007. Long-
497 term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows.
498 **Journal of Dairy Science**. 90, 1781–1788.
- 499 O'KELLY, J.C., SPIERS, W.G., 1992. Effect of monensin on methane and heat
500 productions of steers fed lucerne hay either ad libitum or at the rate of 250 g/h.
501 **Australian Journal of Agricultural Research**, 43, 1789.

- 502 PAGE, S.W., 2003. **The role of enteric antibiotics in livestock production.** (Ed.)
503 Canberra: Avcare-Advanced Veterinary Therapeutics.
- 504 PASTER, B.J., RUSSELL, J.B., YANG, C.M.J., 1993. Phylogeny of the ammonia
505 producing ruminal bacteria *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium*
506 *sticklandii* and *Clostridium aminophilum* sp. **International journal of**
507 **systematic and evolutionary microbiology** 43, 107–110.
- 508 PRESSMAN, B.C., FAHIM, M., 1982. Pharmacology and toxicology of the
509 monovalent carboxylic ionophores. **Annual Review of Pharmacology.** 22, 465–
510 490.
- 511 PRESSMAN, B.C., 1976 Biological applications of ionophores. **Annual Review of**
512 **Biochemistry**, California, 45, 501-503.
- 513 RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., BLOOD, D.C., 2000. **Veterinary medicine.A**
514 **textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses.** 9.ed. London:
515 W.B. Saunders, 867-891.
- 516 REFFETT-STABEL, J., SPEARS, J.W., HARVEY, R.W., LUCAS, D.M., 1989.
517 Salinomycin and lasalocid effects on growth rate, mineral metabolism and
518 ruminal fermentation in steers. **Journal of Animal Science.** 67, 2735–2742.
- 519 RODE, L.M., LYSYK, T.J., BEAUCHEMIN, K.A. 1994. Intake of lasalocid-containing
520 mineral supplements by grazing beef heifers. **Canadian Journal of Animal**
521 **Science**, Ottawa, 74, 77–82.
- 522 RUSSEL, J.B., STROBEL, H.J., 1989. Minireview: Effect of ionophores on ruminal
523 fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, 55, 1-6.
- 524 RUSSELL, J.B., 1987. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen
525 bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of**
526 **Animal Science.** 64, 1519–1525.
- 527 RUSSELL, J.B., MARTIN, S.A., 1984. Effects of various methane inhibitors on the
528 fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal**
529 **of Animal Science** 59, 1329–1338.
- 530 RUMPLER, W. V., JOHNSON, D. E., BATES, D. B., 1986. The effect of high dietary
531 cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without
532 ionophores. **Journal of Animal Science.** 62, 1737.
- 533 SALMAN, A. K. D., PAZIANI, S. DE F., SOARES, J.P.G., 2006. **Utilização de**
534 **ionóforos para bovinos de corte.** Porto Velho, RO: Embrapa
535 Rondônia,(Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865; 101). 20p.
- 536 SCHWEITZER. D., KIMBERLING, G., SPRAKER, T., STERNER, F.E., 1984.
537 Accidental monensin sodium intoxication of feedlot cattle. **Journal of the**
538 **American Veterinary Medical Association.** 184, 1273-1276.
- 539 SPEARS, J.W., 1990. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants.
540 **Journal of Nutrition.** 120, 632-638.
- 541 STARNES, S.R., SPEARS, J.W., FOETSCHEL, M.A., CROOM, W.H., 1984.
542 Influence of monensin and lasalocid on mineral metabolism and ruminal urease
543 activity in steers. **Journal of Nutrition.** 114, 518–525.
- 544 STOKSTAD, E.L.R., JUKES T.H., 1949. **Proceedings** of the Informal Poultry
545 Nutrition Conference, Federation Meetings, Chicago.

- 546 VALDES, J.L., MCDOWELL, L.R., WILKINSON, N., 1988. Lasalocid for grazing
547 steers administered in a free-choice mineral mix. **Nutrition Reports**
548 **International**, California, 38, 1–8.
- 549 VAN DIJCK, P.J., VANDERHAEGHE, H., DESOMER, P., 1957. Microbiologic study
550 of the components of Staphylomycin. **Antibiotics and Chemother.** 7, 625–629.
- 551 WAGNER, D., 1984. Ionophore comparisons for cattle. **Bovine Practice**, 19, 151–154.
- 552 WANGA, Y., MAJAKB, W., MCALLISTER T.A., 2012. Frothy bloat in ruminants:
553 Cause, occurrence, and mitigation strategies. **Animal Feed Science and**
554 **Technology.** 172, 103–114.
- 555 WEBB, K.E., FONTENOT, J.P., LUCAS D.M., 1980. Metabolism studies in steers fed
556 different levels of salinomycin. **Journal Animal Science.** 51 (Suppl 1): 407.
- 557 WILKINSON, J.I.D., APPLEBY, W.G.C., SHAW, C.J., LEBAS, G., PFLUG, R., 1980.
558 The use of monensin in European pasture cattle. **Animal Production.** 31, 159–
559 162.
- 560 WUEBBLES, D.J., HAYHOE, K., 2001. Atmospheric methane and global change.
561 **Earth-Science Review.** 57, 177–210.
- 562 ZINN, R.A., 1986. Influence of forage level on response of feedlot steers to
563 salinomycin supplementation. **Journal of Animal Science.** 63, 2005–2012.
- 564

CAPÍTULO II - ARTIGO

Promotores de crescimento para bovinos de corte criados a pasto no período das águas

Growth promoters for beef cattle raised in pasture in the rainy season

João Artêmio Marin Beltrame¹ e Gumercindo Loriano Franco²

¹Aluno do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFMS, Av. Filinto Muller, 2443- Campo Grande-MS, e-mail: joao_beltrame@yahoo.com.br

²Professor adjunto da UFMS, Av. Filinto Muller, 2443- Campo Grande-MS.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes promotores de crescimento adicionados ao suplemento mineral no desempenho de bovinos de corte criados a pasto no período das águas. Foram utilizados 60 garrotes anelados com peso corporal inicial de $219 \pm 17,8$ kg, divididos em 12 piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidos a quatro tratamentos: CONT = suplemento mineral, VIRG = suplemento mineral + virginiamicina, LASA = suplemento mineral + lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + salinomicina sódica. O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados. Não houve diferença no ganho de peso médio diário dos animais para nenhum dos tratamentos que foi de 0,605 kg, 0,633 kg, 0,604 kg e 0,654 kg para CONT, VIRG, LASA e SALI, respectivamente. Não houve diferença para o consumo médio diário, que foi de 94,61 g/animal/dia e nem para as variáveis de comportamento ingestivo. Conclui-se que a adição no suplemento mineral de qualquer dos promotores de crescimento testados não traz benefício para a melhoria no desempenho de garrotes criados a pasto no período das águas.

PALAVRAS CHAVE: Ionóforos, Lasalocida, Salinomicina, Virginiamicina, suplemento mineral, ganho médio diário.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of different growth promoters added to the mineral supplement on performance of beef cattle raised on pasture during the rainy season. A total of 60 Zebu steers with initial body weight of 219 ± 17.8 kg, divided into 12 paddocks of *Brachiaria brizantha* Marandu, were subjected to four treatments: CONT = mineral supplement, VIRG = mineral supplement + virginiamycin, LASA = mineral supplement + lasalocid SALI = mineral supplement + salinomycin. The experimental design was a randomized complete block design. There was no difference in weight gain of the animals for any of the treatments, which were 0.605 kg,

604 0.633 kg, 0.604 kg and 0.654 kg for CONT, VIRG, LASA and SALI, respectively.
605 There was no difference in the average daily consumption, which was 94.61 g / animal /
606 day and for the parameters evaluated ingestive behavior. It is concluded that addition of
607 any of growth promoters tested in mineral supplement is ineffective for improving the
608 performance of steers on pasture raised during the rainy season.
609 **KEYWORDS:** Ionophores, lasalocid, salinomycin, virginiamycin, mineral supplement,
610 average daily gain.

611

612

INTRODUÇÃO

613

614

615

616

617

618

Mesmo no período das chuvas, quando as forrageiras apresentam uma boa combinação entre valor nutritivo e produção de biomassa, os bovinos de corte criados exclusivamente a pasto apresentam ganhos médios diários aquém do seu potencial genético. Isso se deve, em parte, pela ineficiência de alguns processos fermentativos ruminais, como por exemplo, a maior produção de gases como o metano, havendo necessidade de tecnologias para otimização do uso do recurso forrageiro.

619

620

621

O rebanho bovino criado em solo brasileiro possui aproximadamente 205 milhões de cabeças, e cerca de 90% dos animais destinados ao abate são terminadas a pasto (IBGE, 2010) e a grande maioria recebe suplementação mineral.

622

623

624

625

Os suplementos minerais são uma boa alternativa para serem utilizados como veículo para a administração de aditivos nutricionais que potencializem a fermentação ruminal. Assim, não há necessidade de mudança na rotina diária e nem de investimentos financeiros para construção de grandes estruturas de suplementação.

626

627

628

629

630

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

631

632

633

634

Segundo a instrução normativa SARC nº 13 de 30/12/2004 (MAPA, 2004) são regulamentados no Brasil para uso como promotores de crescimento para bovinos, a monensina sódica, lasalocida sódica, e salinomicina sódica que são ionóforos, bem como o antibiótico da classe das estreptograminas, virginiamicina, .

635

636

637

Os ionóforos formam complexos lipossolúveis com cátions, que se aderem as bactérias e se solubilizam na membrana lipídica das bactérias gram-positivas ruminais, o que ocasiona trocas iônicas do meio extracelular para o meio intracelular das mesmas,

638 levando a um influxo de H^+ para a célula, reduzindo o pH intracelular (Russel &
639 Strobel, 1989). A consequência disso é que a bactéria ativa mecanismos homeostáticos
640 que consomem energia, levando a morte da bactéria por exaustão.

641 Já a virginiamicina atinge o interior das bactérias gram-positivas, passando pela
642 parede celular, e forma ligações irreversíveis com as unidades ribossomais, inibindo a
643 síntese proteica, que leva à diminuição do crescimento ou morte celular (Page et al.,
644 2003).

645 Apesar dos diferentes mecanismos de ação, tanto os ionóforos quanto os
646 antibióticos utilizados como promotores de crescimento atuam controlando a população
647 das bactérias gram-positivas, que de maneira geral são menos eficientes nos processos
648 fermentativos, pois produzem como subprodutos da fermentação uma maior proporção
649 dos ácidos acético e butírico, e por consequência liberam grandes quantidades de
650 hidrogênio que são eliminados na forma de metano (CH_4).

651 Com a seleção de bactérias gram-negativas no ambiente ruminal, sob a mesma
652 alimentação, os animais produzem mais energia, devido ao aumento da eficiência
653 fermentativa, principalmente pelo aumento da produção de propionato, podendo gerar
654 melhoria na eficiência alimentar dos animais, além de diminuir os impactos ambientais
655 gerados pela produção de bovinos, pois a emissão de CH_4 também é diminuída.

656 O objetivo do presente estudo foi verificar a eficiência de promotores de
657 crescimento associados ao suplemento mineral no ganho de peso de garrotes criados a
658 pasto na estação das águas.

659

660

MATERIAL E MÉTODOS

661 O experimento foi realizado de 19 de janeiro a 11 de maio de 2012, na Fazenda
662 Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília (UnB), localizada no Distrito
663 Federal, a $15^{\circ} 55' 12,55''$ latitude sul e $47^{\circ} 55' 12,55''$ longitude oeste, com altitude
664 próxima a 1.000 metros.

665 A área experimental foi constituída de 12 piquetes com 2 ha cada, formados com
666 pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, mantendo a vegetação superior nativa do
667 cerrado que servia de sombra para os animais. Todos os piquetes possuíam cochós
668 cobertos para suplementação e bebedouros com boia para reabastecimento automático.

669 Foram utilizados 60 garrotes inteiros de sobreano, anelados, com peso
670 corporal (PC) médio inicial de $219 \pm 17,8$ kg, identificados numericamente com brinco
671 auricular e marca a ferro candente. Esses animais ficaram em adaptação por 40 dias,

672 recebendo suplementação mineral para recria, em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv.
673 Marandu próxima ao local onde foi realizado o experimento.

674 Os promotores de crescimento foram fornecidos aos animais via suplemento
675 mineral (Tabela 1), que foi formulado para atender às exigências minerais de bovinos de
676 corte em recria para ganho de peso diário de 0,600 kg (NRC, 1996), e um consumo de
677 60 g/animal/dia.

678 Os lotes foram submetidos a quatro tratamentos: CONT = suplemento mineral,
679 VIRG = suplemento mineral + virginiamicina, LASA = suplemento mineral +
680 lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + salinomicina sódica.

681 **Tabela 1.** Composição química do suplemento mineral com diferentes
682 promotores de crescimento

Componentes	Tratamentos			
	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

683 CONT = suplemento mineral, VIRG = suplemento mineral + Virginiamicina, LASA =
684 suplemento mineral + Lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + Salinomicina
685 sódica.

686
687 Para todos os tratamentos com promotores de crescimento a dose do princípio
688 ativo utilizada foi de 75 mg/100 kg de PC.

689 Os animais foram divididos aleatoriamente em 12 lotes, e cada lote foi
690 considerado como uma unidade experimental, com um total de três repetições para cada
691 tratamento, com cinco réplicas (animais) por repetição. Os lotes foram separados em
692 três blocos compostos por quatro piquetes, com um lote de cada tratamento por bloco.

693 Ao início do experimento (19/01/2012), os animais foram pesados
694 individualmente em balança eletrônica, após jejum hídrico e alimentar de 16 horas, e a

695 partir desta data repetiu-se a pesagem a cada 28 dias (17/02, 16/03, 13/04 e 11/05)
696 caracterizando os quatro períodos experimentais.

697 Semanalmente foi realizada a rotação dos lotes de animais nos piquetes, dentro
698 de cada bloco, com o intuito de retirar possíveis efeitos de piquete no ganho de peso.

699 O ganho médio diário (GMD) dos animais foi calculado pela diferença do peso
700 final e peso inicial de cada período experimental, dividido pelo número de dias do
701 período.

702 O suplemento mineral, associado ou não ao promotor de crescimento, foi
703 fornecido *ad libitum*. Os cochos eram avaliados diariamente de forma visual, e
704 reabastecidos sempre que apresentassem conteúdo aproximado de 1 kg de sobra. Foi
705 feito controle semanal do consumo de suplemento mineral, através da subtração do peso
706 das sobras, corrigidas para o teor de umidade, com o total fornecido durante a semana.
707 Para a correção da umidade das sobras eram coletadas 100 g de amostra das mesmas, e
708 secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72 horas.

709 As coletas para avaliação da forragem foram realizadas a cada 28 dias,
710 simultâneas às pesagens dos animais, no período da manhã, portanto sem a presença dos
711 animais nos piquetes. Foram coletadas oito amostras por piquete, compreendidas em um
712 quadrado metálico de 0,5 m² (1 x 0,5 m), com corte realizado a 5 cm do solo. O material
713 era pesado fresco no campo, homogeneizado e dele foram retiradas duas subamostras,
714 que eram armazenadas em sacos plásticos, e seguiam para o Laboratório de Nutrição
715 Animal da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da UnB. No
716 laboratório, uma das subamostras foi acondicionada em sacos de papel, para
717 determinação da matéria seca (MS) e estimativa da biomassa da forragem, e na outra foi
718 realizada a separação manual de lâmina verde (folhas verdes), haste (colmo + bainha) e
719 lâmina seca (folhas secas e/ou mortas), para determinação da constituição morfológica
720 da planta. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72
721 horas e a constituição morfológica foi expressa em porcentagem do peso total.

722 As análises bromatológicas da forragem de cada piquete foram realizadas no
723 Laboratório de Nutrição Animal da FAV/UnB, após serem trituradas em moinho de
724 facas com peneira com crivos de 1 mm, seguindo as metodologias descritas por Van
725 Soest et al. (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido
726 (FDA), e por Silva & Queiroz (2002) para matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta
727 (PB) e extrato etéreo (EE). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de
728 acordo com Weiss (1999), como: $CNF (\%) = 100 - (\%FDNcp + \%PB + \%EE +$

729 %cinzas). Os resultados foram apresentados através da média da análise dos doze
730 piquetes.

731 A taxa de lotação (TL) foi calculada através da soma do peso corporal dos cinco
732 animais do piquete, dividido pelo peso de uma unidade animal (UA = 450 kg) e
733 dividido pela área do piquete (2 ha). A oferta de forragem (OF) e a oferta de lâminas
734 verdes (OLV) foram calculadas pela seguinte fórmula: “(a/TL)/28” onde a = biomassa
735 total para OF ou massa seca de laminas verdes para OLV e 28 = n° de dias dos períodos.

736 O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado a cada 21 dias, do nascer
737 ao por do sol (6 às 18 horas), sendo a primeira avaliação feita na quarta semana do
738 experimento (dia 16/02/2012), de modo que os lotes foram avaliados uma vez em cada
739 piquete do bloco. As avaliações foram feitas visualmente por seis avaliadores
740 previamente treinados, com o auxílio de binóculos com aumento de 16 vezes e as
741 anotações efetuadas em intervalos de 10 minutos. Os avaliadores foram divididos em
742 dois grupos com escalas de seis horas, cada avaliador era posicionado em uma torre de
743 observação localizada no centro de cada bloco, ficando responsável pelos quatro
744 piquetes do bloco.

745 Foi mensurado o tempo de pastejo, tempo de ruminação, tempo em ócio, tempo
746 consumindo suplemento mineral e tempo consumindo água. Os resultados foram
747 apresentados pela média de tempo despedido para cada atividade.

748 Os dados climatológicos foram coletados na estação agroclimatológica da
749 Fazenda Água Limpa. Não houve grandes variações entre as médias dos períodos
750 experimentais para os parâmetros de temperatura mínima, máxima e média diária, sendo
751 encontrados os valores de 15°C, 28°C e 21°C respectivamente, também não ocorreram
752 grandes variações na umidade relativa média dos períodos, que ficaram sempre em
753 torno de 80%, já os dados de pluviometria apontaram maiores diferenças, sendo o
754 acumulado das chuvas igual a 124,24 mm no primeiro período, 146,8 mm no segundo,
755 108 mm no terceiro e 40,8 mm no quarto período experimental, apontando uma redução
756 gradativa das chuvas nos dois últimos períodos.

757 O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados com três
758 repetições. Para as variáveis de peso dos animais e GMD, cada animal foi considerado
759 como uma unidade experimental. As análises estatísticas foram realizadas através da
760 análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de
761 significância.

762

763

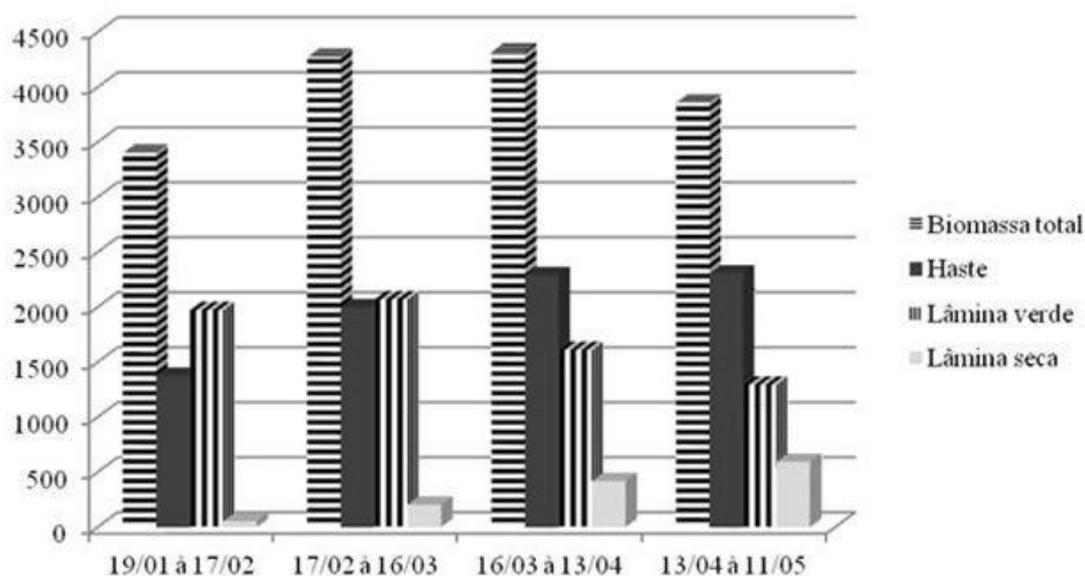
RESULTADOS

764

765

766

Para as variáveis de produção e morfologia da forragem, foi verificado que do primeiro para o segundo período houve um aumento da biomassa total, consequência principalmente do aumento do volume de haste do pasto (Figura 1).



767

768

769

770

Figura 1. Produção média (kg de MS/ha), por período, de biomassa forrageira, haste, lâmina verde, e lâmina seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no período as águas

771

772

773

774

775

776

Do segundo para o terceiro período, a massa de lâminas verdes diminuiu enquanto que a de haste aumentou, o que levou a uma inversão na proporção lâmina verde/haste em relação ao primeiro período. No quarto período ocorreu diminuição da biomassa total, bem como da quantidade de lâminas verdes, e aumentou o volume de lâmina seca, enquanto que para a fração haste os valores foram praticamente iguais (Figura 1).

777

778

779

780

781

782

Os teores de nutrientes do pasto (Tabela 2) diminuiram gradativamente com o transcorrer dos períodos experimentais, fato este que pode ser evidenciado pela redução do teor de PB e aumento nos teores de fibra da biomassa total. Para o valor nutricional da haste o mesmo comportamento ocorreu, enquanto que para as lâminas verdes essa variação foi mais discreta.

783
784**Tabela 2.** Composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos períodos experimentais

Item (%)	Período ¹			
	19/01 à 17/02	17/02 à 16/03	16/03 à 13/04	13/04 à 11/05
Biomassa total				
MS	22,78	26,06	29,10	33,94
FDNcp	71,94	73,78	75,23	76,37
FDA	37,67	39,34	40,18	41,64
PB	6,43	4,89	4,06	3,68
EE	2,74	2,15	1,34	0,92
MM	7,41	6,59	6,04	5,78
CNF	11,49	12,59	13,33	13,25
Haste				
PB	4.31	3.60	3.34	2.99
FDNcp	76.46	78.99	79.25	79.13
FDA	43.60	45.26	45.82	46.42
MM	6.27	4.87	3.97	3.77
Lâmina Verde				
PB	7.99	6.46	6.26	6.76
FDNcp	69.20	69.80	69.72	69.69
FDA	33.54	33.53	32.71	32.91
MM	6.17	5.99	5.73	5.90

785
786
787
788
789

¹Os valores apresentados são a média dos resultados das coletas iniciais e finais de cada período experimental.

MS= Matéria seca; FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA= Fibra em detergente ácido; PB= Proteína bruta; EE= extrato etéreo; MM= matéria mineral; CNF= Carboidratos não fibrosos.

790

A oferta de lâminas verdes (OLV) diminuiu a cada período experimental, inicialmente a OLV era superior a 12 kg MS/100 kg de PC/dia, enquanto que no último período era próxima a 5 kg MS/100 kg de PC/dia (Tabela 3).

793

A oferta de forragem variou entre 15,9 e 23,95 kg MS/100 kg de PC, nos diferentes períodos experimentais e a taxa de lotação foi crescente no início ao fim do experimento (Tabela 3).

796

Tabela 3. Taxa de lotação, oferta de forragem e oferta de lâminas verdes, da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob pastejo contínuo de garrotes anelados recebendo suplementação mineral797
798

Parâmetros	Período ¹			
	19/01 à 17/02	17/02 à 16/03	16/03 à 13/04	13/04 à 11/05
TL (UA/ha)	1,30	1,42	1,50	1,57

OF (kg MS/100 kg PC/ dia)	20,82	23,95	22,91	19,56
OLV (kg MS/100 kg PC/ dia)	12,06	11,59	8,54	5,16

799 ¹Os valores apresentados foram calculados a partir da média dos dados coletados no início e final
800 de cada período experimental.

801 TL = Taxa de lotação; OF = Oferta de forragem; OLV = Oferta de lâminas verdes.

802 Não houve diferença para os parâmetros de comportamento ingestivo avaliados.
803 Os animais passaram a maior parte do tempo envolvidos em atividades de pastejo, de
804 modo que as demais atividades ocuparam pouco tempo na rotina diária, a exemplo das
805 atividades de ruminação com menos de 2 horas diárias e o tempo consumindo
806 suplemento que ocupou em média menos de 15 minutos diários (Tabela 4).

807 **Tabela 4.** Tempo médio (em minutos) despendido pelos animais no período diurno para
808 as atividades de pastejo, ruminação, ócio, consumindo água e consumindo
809 suplemento.

Atividades	Tratamentos				EPM	Valor p
	CONT	VIRG	LASA	SALI		
Pastejando	485,33	482,00	489,00	460,00	9,96	0,2080
Ruminando	100,33	97,67	107,67	97,00	7,30	0,7222
Tempo em ócio	124,50	124,00	139,00	122,33	8,51	0,4947
Consumindo água	14,18	12,83	16,00	12,50	2,18	0,6655
Consumindo suplemento	7,17	4,67	9,33	2,33	3,27	0,4781

810 EPM = erro padrão da média

811 CONT = suplemento mineral, VIRG = suplemento mineral + Virginiamicina, LASA = suplemento
812 mineral + Lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + Salinomicina sódica.

813 Os consumos dos suplementos acrescidos dos promotores de crescimento
814 salinomicina e virginiamicina não diferiram do grupo controle, enquanto que o consumo
815 do suplemento com lasalocida aumentou comparativamente ao controle (Tabela 5).

816 Não houve interação para o consumo de suplemento entre períodos e
817 tratamentos, porém houve diferença entre os períodos, de modo que o consumo
818 diminuiu gradativamente do início para o fim do experimento.

819 Para todos os tratamentos o consumo real médio foi maior que o esperado, de
820 60g/animal/dia. Fato este que fez com que o consumo de princípio ativo também fosse
821 aumentado sendo maior que a expectativa, de 0,75 mg/kg PC, e os tratamentos com
822 ionóforos (salinomicina e lasalocida) tiveram um maior consumo de princípio ativo
823 quando comparados com o suplemento contendo o antibiótico virginiamicina.

824 O ganho médio diário (GMD) dos animais não diferiu entre os animais tratados
825 com os promotores de crescimento em relação ao grupo controle para nenhum dos
826 tratamentos (Tabela 6), e foi decrescente no transcorrer dos períodos experimentais para
827 todos os tratamentos.

828 O peso médio dos animais foi crescente entre os períodos, não diferindo entre si
829 nos diferentes tratamentos.

830

831

832

Tabela 5. Consumo real médio de suplemento mineral e princípio ativo de promotores de crescimento para os tratamentos e períodos.

Período ¹ (P)	Tratamentos (T)				Média (± E.P.M)	Valor p		
	CONT	VIRG	LASA	SALI		P	T	P X T
Consumo de suplemento em g/animal/dia (± E.P.M)								
19/01 a 16/02	107,19	99,08	144,76	115,88	116,73 ± 5,82 A	<0,0001	0,0015	0,8765
17/02 a 15/03	96,71	90,36	133,00	122,29	110,59 ± 5,82 A			
16/03 a 12/04	99,31	70,99	108,82	110,21	97,33 ± 5,82 A			
13/04 a 11/05	51,98	40,57	66,62	56,00	53,79 ± 5,82 B			
Média	88,80 ± 5,82 bc	75,25 ± 5,82 c	113,3 ± 5,82 a	101,1 ± 5,82 ab				
Consumo de suplemento em g/kg de peso vivo (± E.P.M)								
19/01 a 16/02	0,46	0,42	0,62	0,49	0,50 ± 0,02 A	<0,0001	0,0014	0,8432
17/02 a 15/03	0,38	0,35	0,52	0,48	0,43 ± 0,02 AB			
16/03 a 12/04	0,37	0,26	0,40	0,40	0,36 ± 0,02 B			
13/04 a 11/05	0,18	0,14	0,24	0,20	0,19 ± 0,02 C			
Média	0,35 ± 0,02 bc	0,30 ± 0,02 c	0,44 ± 0,02 a	0,39 ± 0,02 ab				
Consumo de princípio ativo em mg/kg de peso vivo (± E.P.M)								
19/01 a 16/02	-	1,17	1,69	1,36	1,41 ± 0,06 A	<0,0001	0,0005	0,6636
17/02 a 15/03	-	0,97	1,43	1,31	1,24 ± 0,06 AB			
16/03 a 12/04	-	0,73	1,11	1,11	0,98 ± 0,06 B			
13/04 a 11/05	-	0,39	0,66	0,54	0,53 ± 0,06 C			
Média	-	0,82 ± 0,05 b	1,22 ± 0,05 a	1,07 ± 0,05 a				

833

Letras maiúsculas diferentes diferem entre si nas colunas e letras minúsculas diferentes diferem entre si nas linhas (Tukey P<0,05)

834

CONT = suplemento mineral, VIRG = suplemento mineral + Virginiamicina, LASA = suplemento mineral + Lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + Salinomicina sódica.

835

836

¹P1= 19/01 a 16/02, P2= 17/02 a 15/03, P3= 16/03 a 12/04, P4= 13/04 a 11/05

837

838

839

Tabela 6. Média de peso corporal e ganho de peso médio diário de bovinos anelados nos diferentes tratamentos por período.

Período (P)	Tratamentos (T)				Média	Valor p		
	CONT	VIRG	LASA	SALI		P	T	P X T
Peso médio dos animais (kg)								
19/01	218,0	219,0	221,5	219,4	219,5 ± 2,99 A			
17/02	244,8	246,8	249,5	249,0	247,5 ± 2,99 B			
16/03	260,2	261,4	262,5	265,1	262,3 ± 2,99 C	<0,0001	0,488	1,0000
13/04	274,3	275,6	275,0	282,3	276,8 ± 2,99 D			
11/05	285,6	286,7	283,9	292,4	287,2 ± 2,99 E			
Ganho Médio Diário (kg/dia)								
19/01 a 16/02	0,960	0,991	1,041	1,018	1,002 ± 0,02 A			
17/02 a 15/03	0,551	0,638	0,583	0,573	0,586 ± 0,02 B			
16/03 a 12/04	0,501	0,507	0,446	0,614	0,517 ± 0,02 B	<0,0001	0,2239	0,2344
13/04 a 11/05	0,406	0,395	0,343	0,410	0,389 ± 0,02 C			
Média	0,605	0,633	0,604	0,654				

840

841

842

Letras maiúsculas diferentes diferem entre si nas colunas (Tukey P<0,05)

CONT = suplemento mineral, VIRG = suplemento mineral + Virginiamicina, LASA = suplemento mineral + Lasalocida sódica e SALI = suplemento mineral + Salinomicina sódica.

DISCUSSÃO

843

844 O aumento da biomassa total, do primeiro para o segundo período, é
845 consequente do aumento do volume de haste do pasto (Figura 1). Isso se deve
846 principalmente ao alongamento da haste concomitante ao florescimento da pastagem
847 que ocorreu neste período (Euclides, et al., 2008), fazendo com que houvesse uma
848 diminuição na proporção de lâmina verde/haste.

849

A inversão na proporção lâmina verde/haste ocorrida do segundo para o terceiro
850 período foi devido a planta entrar no estágio reprodutivo, quando ocorre uma menor
851 emissão de folhas novas, e aumenta a taxa de senescência (Euclides et al., 2008),
852 eventos que associados com o pastejo seletivo dos animais, que consomem
853 preferencialmente folhas verdes (Cardenas & Lascano, 1988; Cavalcanti Filho, et al.,
854 2008), levaram a diminuição nesta fração vegetal.

855

A redução da biomassa total, bem como da quantidade lâminas verdes, e o
856 aumento no volume de lâminas secas, que ocorreram no quarto período provavelmente
857 estão associados à diminuição das chuvas no período em questão.

858

A redução da qualidade nutricional da pastagem no transcorrer dos períodos
859 experimentais, verificados principalmente pela diminuição do teor de proteína bruta
860 (PB) e aumento do teor de fibra, se deve a diminuição na proporção de lâmina
861 verde/haste, e ao aumento das lâminas secas, pois a lâmina verde é o componente
862 morfogênico da planta que apresenta a melhor qualidade nutricional (Batistoti et al.,
863 2012).

864

Mesmo com a redução gradativa da qualidade nutricional da forragem, os
865 valores de oferta de lâminas verdes entre 8 e 12 kg MS/100 kg de PC/dia, encontrados
866 nos três primeiros períodos (Tabela 3), permitem uma boa seletividade da dieta
867 consumida por bovinos em pastagem de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, remetendo a
868 ganhos de peso satisfatórios para terminação de bovinos a pasto com 24 meses de idade
869 (Machado et al., 2008).

870

Com a oferta de lâminas verde apresentada no quarto período, próxima a 5 kg
871 MS/100 kg PC/dia, a seletividade da dieta é reduzida, aumentando a ingestão de hastes
872 e lâminas secas pelos animais, fato este que pode ser verificado pela redução desta
873 fração vegetal no período em questão (Figura 1), o que ocasiona uma pior qualidade
874 nutricional do material ingerido.

875

Apesar da possível redução na seletividade devido à diminuição da OLV, a
876 oferta de forragem foi sempre mais que 3 a 4 vezes superior que a suposta capacidade

877 de ingestão diária dos animais (Tabela 3), que segundo Hodgson (1984) é o limite para
878 que não haja reduções na ingestão total de MS de forragem.

879 A taxa de lotação foi crescente durante o experimento (Tabela 3), devido ao
880 aumento de peso dos animais, este fato também remete a redução na oferta de lâminas
881 verdes, visto que esta variável é calculada em função da carga animal.

882 Os resultados encontrados para o tempo despendido para as atividades diárias
883 dos animais estiveram em conformidade com o frequentemente observado para bovinos
884 de corte em pastejo (Tabela 4), pois passaram de 90 a 95% de seus tempos envolvidos
885 entre as atividades de pastejo, ruminação e descanso (ócio) (Kilgour et al., 2012).

886 O tempo de ruminação encontrado em estudo de revisão por Kilgour (2012) para
887 bovinos de corte a pasto variou de 4,7 a 10,2 horas e foi muito superior aos encontrados
888 no presente estudo que foram inferiores a duas horas (Tabela 4), porém o mesmo autor
889 citou que grande parte desta atividade é feita no período noturno. O mesmo
890 comportamento ocorre para o consumo de suplemento mineral (Tait & Fisher, 1996), e
891 como o comportamento ingestivo no presente estudo foi avaliado somente no período
892 diurno isso justifica a baixa média de tempo observada para essas atividades.

893 Um dos efeitos negativos descritos sobre a adição de promotores de crescimento
894 a suplementos minerais é a redução no consumo voluntário de suplemento, a exemplo
895 Bagley et al. (1988) trabalhando com a adição de salinomicina ao mineral, obtiveram
896 queda na ingestão de suplemento pela metade comparativamente a um grupo controle.

897 O presente trabalho demonstrou que essa diminuição no consumo pode não
898 ocorrer, tendo em vista que os tratamentos contendo virginiamicina e salinomicina não
899 diferiram do controle, enquanto que o consumo do suplemento com lasalocida foi ainda
900 maior que o do grupo controle (Tabela 5).

901 A dose pretendida, de 0,75 mg/kg de PC, foi estabelecida em conformidade com
902 o trabalho de metanálise realizado por Bretschneider et al. (2008), onde foi demonstrado
903 que os promotores de crescimento em questão possuem resultados dose-dependente
904 com comportamento quadrático e ponto ótimo de desempenho entre 0,75 e 1 mg/kg PC.

905 Mesmo o consumo sendo maior que o esperado, a dose média diária de principio
906 ativo ingerida pelos animais, foi próxima ao ponto máximo de resposta descrito por
907 Bretschneider et al. (2008) dos promotores de crescimento sobre o GMD de bovinos de
908 corte.

909 A redução gradativa no consumo de suplemento do início para o fim do
910 experimento contraria a ideia de que quanto menor a qualidade nutricional da forragem,
911 maior é o consumo voluntário de suplemento mineral (McDowell, 1996).

912 O elevado consumo no início do experimento provavelmente foi devido ao
913 tratamento anterior à adaptação recebido pelos animais, pois no período da seca que
914 antecedeu o estudo ocorreu um incêndio nas áreas de pastagem da fazenda, obrigando
915 que esses animais fossem confinados, onde recebiam silagem de milho, portanto tinham
916 o hábito de consumir alimentos no cocho, de modo que no início do experimento essa
917 busca por alimento no cocho de suplementação era mais intensa.

918 A ausência de resultados positivos sobre o GMD dos animais tratados com
919 qualquer dos promotores de crescimento testados em comparação ao grupo controle
920 (Tabela 6), pode ser em decorrência da grande variabilidade individual no consumo
921 voluntário diário de suplemento mineral por bovinos a pasto (Cockwill et al., 2000; Tait
922 & Fisher, 1996), que faz com que mesmo os animais do mesmo grupo consumam doses
923 muito diferentes de princípio ativo dos promotores de crescimento, e por consequência
924 as respostas individuais no ganho de peso dentro do grupo também são bastante
925 variáveis.

926 O decréscimo do GMD dos animais entre os períodos experimentais (Tabela 6)
927 aconteceu em associação com a diminuição da qualidade do pasto, principalmente a
928 redução na oferta de lâminas verdes.

929

930

CONCLUSÃO

931 Os promotores de crescimento testados, quando fornecidos via suplemento
932 mineral, não tem efeito sobre o desempenho de garrotes criados a pasto.

933 A utilização de suplementos minerais como veículo de administração de
934 promotor de crescimento seja ele ionóforo ou antibiótico, não é efetiva para melhorias
935 no desempenho de bovinos de corte mantidos em regime de pasto.

936

937

REFERÊNCIAS

938 BAGLEY, C.P., FEAZEL, J.I., MORRISON, D.G., LUCAS, D.M., 1988 Effects of
939 salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers.
940 **Journal of Animal Science.** 66, 792–797.

941 BATISTOTI, C., LEMPP, B., JANKC, L., MORAIS, M.G., CUBAS, A.C., GOMES,
942 R.A., FERREIRA, M.V.B., 2012. Correlations among anatomical,
943 morphological, chemical and agronomic characteristics of leaf blades in

- 944 Panicum maximum genotypes. **Animal Feed Science and Technology** 171,
945 173–180.
- 946 BRETSCHEIDER, G., ELIZALDE, J.C., PÉREZ, F.A., 2008. The effect of feeding
947 antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-
948 based diets: A review. **Livestock Science**. 114, 135–149.
- 949 ARDENAS, E.A., LASCANO, C.E., 1988. Utilización de ovinos e bovinos on la
950 evaluación de pasturas asociadas. **Pasturas Tropicales**. 10 (2), 2-10.
- 951 CAVALCANTI FILHO, L.F.M., SANTOS, M.V.F., FERREIRA, M.A., LIRA, M.A.,
952 MODESTO, E.C., DUBEUX JR., J.C.B., FERREIRA, R.L.C., SILVA, M.J.,
953 2008. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata
954 de Pernambuco. **Archivos de Zootecnia**. 57 (220), 391-402.
- 955 COCKWILL, C.L., MCALLISTER, T.A., OLSON, M.E., MILLIGAN, D.N.,
956 RALSTON, B.J., HUISMA, C., HAND, R.K., 2000. Individual intake of
957 mineral molasses supplements by cows, heifers and calves. **Canadian Journal**
958 **of Animal Science**. Ottawa, 80, 681-690.
- 959 EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., VALLE, C.B., BARBOSA, R.A.,
960 GONÇALVES, W.V., 2008. Produção de forragem e características da estrutura
961 do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa**
962 **Agropecuária Brasileira**. 43, 1805-1812.
- 963 HODGSON, J., 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production:
964 an evaluation of research results. **Proceedings of New Zealand Society of**
965 **Animal Production**. 44, 99-104.
- 966 IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010.
967 Pesquisa da Pecuária Municipal e Censo Agropecuário. SIDRA. Disponível em
968 <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>
969 Acesso: outubro 2012.
- 970 KILGOUR, R.J., UETAKE, K., ISHIWATA T., MELVILLE, G.J., 2012. The
971 behaviour of beef cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**. 138,
972 12-17.
- 973 KILGOUR, R.J., 2012. In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at
974 pasture. **Applied Animal Behaviour Science**. 138, 1-11.
- 975 MACHADO, L.A.Z., CARVALHO, A.C., GOMES, A., DE ASSIS, P.G.G., LEMPP,
976 B., MARASCHIN, G.E., 2008. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 43 (11).
977 1609-1616.
- 978 MAPA, 2004. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Regulamento**
979 **técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal**.
980 Disponível em: www.agricultura.gov.br acesso em: outubro 2012.
- 981 McDOWELL, R.L., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science**
982 **Technology**. 60, 247-27.
- 983 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef**
984 **cattle**. 7.ed. D.C.:National Academic Press, Washington.
- 985 PAGE, S.W. 2003. **The role of enteric antibiotics in livestock production**. (Ed.)
986 Avcare. Canberra.

- 987 RUSSEL, J.B., STROBEL, H.J., 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation.
988 **Applied Environmental Microbiology**. 55, 1–6.
- 989 SILVA, D.J., QUEIROZ, C., 2002. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e
990 biológicos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 991 TAIT, R.M., FISHER, L.J., 1996. Variability in individual animal's intake of minerals
992 offered free-choice to grazing ruminants. **Animal Feed Science and**
993 **Technology**, Netherlands, 62, 69-76.
- 994 VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Symposium: carbohydrate
995 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal**
996 **of Dairy Science**, 74, 3583-3597.
- 997 WEISS, W.P., 1999. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Cornell**
998 **nutrition conference for feed manufacturers, 61., 1999, Proceedings...** Ithaca:
999 Cornell University, 176-185.