



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Combinação de Aditivos em Dietas para Bovinos de Corte em Confinamento**

**Anderson Lamag**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.  
Área de concentração: Zootecnia.

**Sinop, Mato Grosso**

**Junho de 2019**

**ANDERSON LAMAG**

**Combinação de Aditivos em Dietas para Bovinos de Corte em Confinamento**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes

Co-orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Kamila Andreatta Kling de Moraes e Prof. Dr. Cláudio Vieira Araújo

**Sinop, Mato Grosso**

**Junho de 2019**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

L213c Lamag, Anderson.  
Combinação de Aditivos em Dietas para Bovinos de Corte em Confinamento / Anderson Lamag. -- 2019  
xii, 36 f. ; 30 cm.

Orientador: Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes.  
Co-orientadora: Kamila Andreatta Kling de Moraes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2019.  
Inclui bibliografia.

1. Consumo. 2. eficiência alimentar. 3. monensina. 4. óleos funcionais. 5. virginiamicina. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT  
Tel : - Email : ppgzootecnia@ufmt.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO : "Combinação de aditivos em dietas para bovinos de corte em confinamento"**

AUTOR : Mestrando Anderson Lamag

Dissertação defendida e aprovada em 12/04/2019.

Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Eduardo Henrique Bevitoni Kling de Moraes
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Coorientador	Doutor(a)	Cláudio Vieira de Araújo
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Coorientador	Doutor(a)	Kamila Andreatta Kling de Moraes
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Interno	Doutor(a)	André Soares de Oliveira
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Externo	Doutor(a)	NELCINO FRANCISCO DE PAULA
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Suplente	Doutor(a)	Elias San Vito
Instituição :	Profissional Liberal	

SINOP, 12/04/2019.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus

Aos meus pais, Romaldo e Soeli

A minhas irmãs e ao meu sobrinho

A minha namorada e família,

A todos dedico.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS por ter me dado fôlego de vida todos os dias, coragem para enfrentar as batalhas, saúde e fé que me fez chegar até aqui.

Aos meus pais pela ajuda e o apoio em todos os momentos seja eles bons ou ruim.

A minhas irmãs e meu sobrinho pelos momentos de descontração.

A minha namorada por estar sempre comigo, me dando força e me incentivando, mesmo quando eu estava longe na fazenda durante o período experimental.

Aos meus amigos Alex e Rodinei pela amizade, hombridade e pelos momentos de descontração no futebol e no tereré dos finais de semana.

A Universidade Federal do Mato Grosso, Campus de Sinop por proporcionar toda a estrutura desde a graduação até no mestrado.

A fazenda Recreio por disponibilizar toda estrutura, animais, alimentação, estadia e o suporte para que eu pudesse desenvolver o experimento.

Ao gerente da fazenda Recreio, José Antônio e a sua esposa Simone por me acolheram em sua casa e me trataram como um filho durante todo o período experimental.

Ao capataz da fazenda Recreio, Henrique, sua esposa Djenifer e filha Isabela por me acolherem em sua casa nos finais de semana e proporcionar muito aprendizado.

Ao 'Jaburu', que era quem tratava os animais do confinamento. Estávamos juntos todos os dias. Desde amanhecer até ao anoitecer, uma luta diária. Me ajudou muito a recolher sobras dos cochos. Grande amigo.

A todos os colaboradores da fazenda Recreio.

A empresa NUTRALI Nutrição Animal e ao zootecnista proprietário Cássio Gaudêncio Martins por acreditar na parceria com a universidade e proporcionar todo o aparato para a confecção desse projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) por me conceder a bolsa para me manter no decorrer do Mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes que me orientou em parte da graduação, bem como no mestrado.

A minha coorientadora Prof. Dr. Kamila Andreatta Kling de Moraes que me ajudou muito antes e durante essa pesquisa, sendo sempre prestativa e disposta a sanar todas as dúvidas que surgiram durante todo o processo.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Cláudio Vieira de Araújo pelos ensinamentos em sala de aula tanto na graduação como também no mestrado, pela ajuda com a estatística do experimento e por estar sempre disponível a ajudar.

Ao Prof. Dr. André Soares de Oliveira pelos ensinamentos em sala de aula tanto na graduação como também no mestrado e por contribuir nas sugestões de correções fazendo parte da banca.

Ao Prof. Dr. Nelcino Francisco de Paula por ter aceitado o convite de fazer parte da banca e contribuir nas sugestões de correções.

Ao Prof. Dr. Erick Darlisson Batista pelos ensinamentos na disciplina de Avaliação de Alimentos no mestrado, pela ajuda com as análises laboratoriais e por estar sempre disposto a ajudar no que fosse preciso.

A todos os professores da universidade que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

Ao meu grande amigo Joel Bortolassi que me ajudou na identificação dos animais no frigorífico e cedeu espaço em sua casa quando precisei ir nos abates.

Ao meu amigo Matheus Tobaldini que foi meu porta voz na UFMT.

Aos colaboradores do Núcleo de Estudo em Pecuária Intensiva: Átila, Djenifer, Elias, Elton, Gustavo, Jarliane, Juliana, Karine, Lorryne e Luana que me ajudaram no experimento e no laboratório, auxiliando nas análises.

A todos os parceiros de mestrado Ana Paula Baroni, Bryan, Caio, Carolina, Elismar, Felipe, Flávio, Hozane, Henrique, Poliana, Tatiane e Walter pela ajuda e convívio no laboratório.

## **BIOGRAFIA**

ANDERSON LAMAG, filho de Soeli Scalon Lamag e Romaldo Lamag, nasceu em Tupãssi, Paraná em 21 de março de 1994.

Em 2012, ingressou na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus de SINOP, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em dezembro de 2016.

Em março de 2017, iniciou o Mestrado, no programa de pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Sinop, direcionando seus estudos na linha de pesquisa Nutrição e Alimentação Animal, com ênfase na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo a dissertação em abril de 2019.

LAMAG, Anderson. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, junho de 2019, 36 f. **Combinação de aditivos em dietas para bovinos de corte em confinamento**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes. Coorientadores: Prof. Dr. Kamila Andreatta Kling de Moraes e Prof. Dr. Cláudio Vieira Araújo.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes combinações de aditivos sobre o consumo de matéria seca, digestibilidade aparente, desempenho e rendimento de carcaça de bovinos de corte em confinamento. Foram utilizados 1326 bovinos com predomínio da raça Nelore, não castrados, com idade média de 18 meses e com peso corporal médio inicial de  $290,81 \pm 40,25$  kg. A dieta tinha relação volumoso: concentrado de 23:77, com fornecimento de silagem de milho como fonte de volumoso. Foram avaliadas as seguintes inclusões de aditivos na dieta: 27 mg de monensina/ kg de MS (Mon); 22 mg de monensina + 19 mg de virginiamicina/kg de MS (Mon+Vm) e 22 mg de monensina + 500 mg de óleo funcional/kg de MS (Mon+OF<sub>cm</sub>). As análises estatísticas foram obtidas por meio de modelo linear utilizando peso inicial e dias de confinamento como covariáveis e as comparações entre tratamentos através de contrastes lineares mutuamente ortogonais com nível de significância de 5%. O consumo de matéria seca e de nutrientes expressos em kg dia<sup>-1</sup> e percentagem do peso corporal não apresentaram diferenças. O peso corporal final e o ganho médio diário dos animais suplementados apenas com monensina não apresentaram diferença em relação àqueles suplementados com monensina associada. No entanto, o peso corporal final, ganho médio diário e a eficiência de transformação de ganho em carcaça dos animais suplementados com monensina combinada com virginiamicina foram superiores aos suplementados com monensina e óleo funcional. O rendimento de carcaça, digestibilidade e eficiência alimentar não sofreram influência da combinação de aditivos. A associação ou não da monensina com os demais aditivos proporciona desempenho semelhante em bovinos confinados. A associação monensina e virginiamicina mostra-se superior a associação monensina e óleo funcional quanto ao desempenho.

**Palavras-chave:** Consumo, eficiência alimentar, monensina, óleos funcionais, virginiamicina

LAMAG, Anderson. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, junho de 2019, 36 f. **Combinação de aditivos em dietas para bovinos de corte em confinamento**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes. Coorientadores: Prof. Dr. Kamila Andreatta Kling de Moraes e Prof. Dr. Cláudio Vieira Araújo.

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of different combinations of additives on dry matter intake, apparent digestibility, performance and carcass yield of beef cattle in feedlot. A total of 1326 Nelore cattle were used, not castrated, with a mean age of 18 months and an initial mean body weight of  $290.81 \pm 40.25$  kg. The diet had a voluminous ratio: concentrate of 23:77, with supply of corn silage as a bulky source. The following additions of additives were evaluated in the diet: 27 mg monensin / kg DM (Mon); 22 mg monensin + 19 mg virginiamycin / kg DM (Mon + Vm) and 22 mg monensin + 500 mg functional oil / kg DM (Mon + OFcm). Statistical analyzes were obtained using a linear model using initial weight and confinement days as covariables and comparisons between treatments using linear orthogonal contrasts with a significance level of 5%. Consumption of dry matter and nutrients expressed in kg day<sup>-1</sup> and percentage of body weight did not differ. The final body weight and mean daily gain of animals supplemented with monensin alone did not differ from those supplemented with monensin. However, the final body weight, mean daily gain and carcass gain processing efficiency of animals supplemented with monensin combined with virginiamycin were higher than those supplemented with monensin and functional oil. Carcass yield, digestibility and feed efficiency were not influenced by the combination of additives. The association or not of monensin with the other additives provides similar performance in confined cattle. The monensin and virginiamycin combination is shown to be superior to monensin and performance oil.

**Key words:** Intake, food efficiency, monensin, functional oils, virginiamycin

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. Introdução geral</b> .....	1
<b>2. Revisão de literatura</b> .....	3
2.1. <i>Confinamento</i> .....	3
2.2. <i>Aditivos alimentares</i> .....	3
2.2.1 <i>Monensina</i> .....	3
2.2.2 <i>Virginiamicina</i> .....	6
2.2.3 <i>Óleos funcionais</i> .....	9
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	17
<b>1. Introdução</b> .....	19
<b>2. Material e métodos</b> .....	20
2.1 <i>Delineamento experimental, animais e dietas</i> .....	20
2.2 <i>Procedimentos experimentais e amostragem</i> .....	21
2.3 <i>Análises laboratoriais</i> .....	22
2.4 <i>Análises estatísticas</i> .....	23
<b>3 Resultados</b> .....	23
3.1 <i>Consumo e digestibilidade</i> .....	23
3.2 <i>Desempenho, carcaça e eficiência</i> .....	24
<b>4 Discussão</b> .....	24
<b>5 Conclusão</b> .....	27
<b>Referências bibliográficas</b> .....	28
<b>6 Tabelas</b> .....	33

## **1. Introdução geral**

A pecuária brasileira se destaca no cenário mundial por ser a maior exportadora de carne bovina (2.205,2 mil TEC), detendo o maior rebanho comercial do mundo com cerca 214,7 milhões cabeças (ABIEC, 2019). Mesmo assim o país possui baixos índices zootécnicos, resultado de uma produção basicamente a pasto que na maioria das vezes se encontra em algum grau de degradação.

Em uma era em que a população mundial cresce rapidamente, bem como a exigência do consumidor por produtos de melhor qualidade, e uma tendência para a redução de áreas de pastagens pela competição com a agricultura, o sistema de produção de carne bovina parece não ter alternativa para suprir toda essa demanda que não seja a busca por meios para produzir com maior eficiência.

Desta forma, uma das estratégias para se buscar melhoras neste sistema de produção é o confinamento. Essa ferramenta permite a confecção de planos nutricionais que possibilitam maiores ganhos de peso diminuindo a idade ao abate, o período de permanência dos animais na propriedade e o tempo de retorno de capital investido.

No entanto, a prática de confinar animais requer altos investimentos, principalmente com alimentação, a qual contribui com cerca de 70% dos custos totais. Por isso, é necessário buscar o melhor aproveitamento do alimento fornecido aos animais de maneira a evitar perdas. Dietas de alto concentrado possuem menor custo por unidade de energia líquida de manutenção ou de energia líquida de ganho (BROWN et al., 2006). Além disso, dietas assim fornecem aos animais um maior aporte energético o que leva a um maior ganho de peso e de forma mais eficiente. Embora isso seja interessante, dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis estão diretamente associadas com casos de acidose ruminal (KRAUSE; OETZEL, 2006).

Uma interessante alternativa que evita casos de acidose é o uso de dieta com aditivos promotores de crescimento que modificam o perfil de fermentação do rúmen, melhorando a eficiência de utilização de energia dos alimentos e elevando seu aporte aos tecidos do animal.

Os aditivos mais utilizados são os antibióticos, que podem ser ionóforos (ex: monensina) ou não-ionóforos (ex: virginiamicina), se diferenciando quanto ao modo de ação. Esses atuam inibindo o crescimento das bactérias gram-positivas responsáveis pela produção de acetato, butirato, lactato e H<sub>2</sub> (precursor do metano) e selecionando as gram-negativas, produtoras de propionato, succinato e utilizadoras de ácido lático.

Embora o uso desses antibióticos possibilite uma melhora nas condições de fermentação dos alimentos, a proibição do uso de aditivos antibióticos pela União Europeia em 2006 reacendeu o interesse de pesquisas em busca de alternativas para modular a fermentação ruminal através do uso de extratos vegetais.

As plantas no geral têm a capacidade de produzir uma gama de compostos orgânicos derivados de seu metabolismo secundário que são classificados em três grupos principais: saponinas, taninos e os óleos funcionais (CALSAMIGLIA et al., 2007b).

A ação antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana observada em grande número desses compostos confere a estes um potencial importante como aditivo alternativo para o uso na nutrição de bovinos (CALSAMIGLIA et al., 2007b; BENCHAAAR et al., 2008).

Os óleos funcionais têm sido alvo de pesquisas na nutrição de ruminantes e por isso pode ser uma boa alternativa para substituir e/ou ser combinado com antibióticos alimentares mais usados da nutrição animal, como a monensina e a virginiamicina.

Esse artigo foi formatado de acordo com as normas da revista *Animal Feed Science And Technology*.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Confinamento

A demanda mundial por alimentos e mercados globalizados e de alta competitividade, fazem da prática do confinamento uma necessidade para a intensificação do sistema de produção (CHAGAS, 2015).

De maneira geral, grãos de cereais representam a principal fonte de energia em rações de bovinos de corte terminados em confinamento. Segundo levantamento realizado por Oliveira e Millen (2014), a inclusão média de concentrado na dieta foi de 79%, sendo que 81,8% dos nutricionistas trabalham com a inclusão de concentrado entre 71 e 90% da MS da dieta.

Porém essas dietas podem desencadear distúrbios metabólicos nos animais, devido à grande variação do pH ruminal no decorrer no dia. Uma estratégia para evitar este problema e melhorar a eficiência de desempenho dos animais confinados é a utilização de aditivos alimentares.

### 2.2. Aditivos alimentares

#### 2.2.1 Monensina

A monensina é um antibiótico ionóforo, produzido pela bactéria *Streptomyces cinnamonensis*, utilizado na produção animal devido à suas propriedades antimicrobiana e anticoccidiana.

Os ionóforos são substâncias altamente lipofílicas, com a parte externa hidrofóbica e a parte interna hidrofílica. Isso permite que essas moléculas se liguem com

cátions e facilitem seu movimento através das membranas (RUSSEL & STROBEL, 1989).

As bactérias Gram positivas, diferentemente das Gram negativas, não possuem uma membrana externa de proteção tornando-as mais susceptíveis a ação dos ionóforos, o que leva a redução da microbiota e consequente produtos da fermentação como o acetato e butirato, além de hidrogênio e formato, precursores da síntese de metano no rúmen (RANGEL et al., 2008).

Russell e Strobel (1989) descreveram um modelo de ação da monensina sódica no desenvolvimento do *Streptococcus bovis*, uma bactéria ruminal Gram positiva. Eles observaram que o tratamento com o ionóforo diminuiu a concentração de  $K^+$  e o pH intracelular e propuseram que após a ligação da monensina com a membrana celular, ocorre a rápida saída de  $K^+$  e entrada de  $H^+$  na célula, provocada pela alteração do gradiente iônico externo. O acúmulo de  $H^+$  no interior da célula provoca a redução do pH e direciona o metabolismo celular a exportar esse excesso de  $H^+$  para fora, permitindo ao mesmo tempo a entrada de  $Na^+$ . Além desse mecanismo, a célula exporta  $H^+$  através de trocas pela “bomba” próton ATPase. Esse processo demanda um elevado gasto de energia, o que torna a célula incapaz de manter seu metabolismo energético, reduzindo sua capacidade de multiplicação podendo ocasionar a morte bacteriana ou torna-la sem expressão efetiva no ambiente ruminal.

A inibição das bactérias Gram positivas e o favorecimento das Gram negativas, ocasionadas pela ação dos ionóforos, promove uma melhora na eficiência energética. Isso ocorre pelo aumento na produção de propionato. Esse ácido graxo volátil (AGV) é a fonte energética mais eficiente para os ruminantes, podendo ser utilizado para gliconeogênese no fígado ou ser diretamente oxidado no ciclo de Krebs (RANGEL et al., 2008).

Uma melhora na eficiência energética também pode ser obtida por meio da diminuição de perdas de energia ocasionadas na produção do gás metano. O uso de ionofóros na dieta reduz a produção desse gás indiretamente, pois como dito anteriormente, inibem o crescimento de bactérias Gram positivas que produzem os intermediários para sua formação (RANGEL et al., 2008).

As proteínas dietéticas são hidrolisadas no rúmen a peptídeos e aminoácidos. Essas moléculas são utilizadas por determinadas espécies de bactérias ruminais visando a obtenção de energia para seu crescimento, liberando amônia no interior do rúmen (VAN SOEST, 1994). Os ionóforos afetam o desenvolvimento de algumas bactérias que promovem proteólise e desaminação, com isso reduzem a degradação das proteínas no rúmen (RANGEL et al., 2008), aumentando a disponibilidade de aminoácidos dietéticos para absorção no intestino delgado.

Dietas de confinamento são caracterizadas muitas vezes por possuir grande quantidade de carboidratos facilmente fermentáveis. Essa elevada taxa de fermentação, segundo Rangel et al. (2008), faz com que o pH ruminal diminua de maneira drástica, deixando o ambiente ruminal favorável para o progresso das bactérias produtoras de ácido láctico, o qual é um ácido forte que intensifica a queda do pH, aumentando o risco de acidose no animal.

As bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp.* são as principais produtoras de ácido láctico no rúmen, podendo provocar uma queda acentuada do pH do meio (NOCEK, 1997). Os ionóforos inibem o crescimento da *Streptococcus bovis*, diminuindo a produção desse ácido (RUSSEL, 1987), evitando seu acúmulo no fluido ruminal e consequentes desordens metabólicas.

O uso da monensina sódica na suplementação promove menores oscilações de pH ao longo do dia pelo fato de os animais fracionarem mais suas refeições diárias, ingerindo

reduzidas quantidades de alimento por vez, melhorando o ambiente para os microrganismos benéficos no rúmen (RANGEL et al., 2008).

A menor ingestão de alimento não está relacionada apenas a ingestão por refeição, como também está ligada ao consumo total diário. Segundo Bergen e Bates (1984), a monensina sódica reduz a ingestão de MS diária, mas sem comprometer o ganho médio diário, sendo benéfico ao desempenho do animal pela melhora da conversão alimentar.

De acordo com meta-análise realizada por Duffield et al. (2012), a utilização de monensina proporcionou redução de 3,1% no consumo MS e aumento de 2,5% no ganho de peso, levando a uma melhoria de 6,4% na eficiência alimentar. A dose média de monensina utilizada nos confinamentos, segundo os autores, é de 28,1 mg/kg MS e existe efeito linear entre a dosagem e eficiência, ou seja, à medida que a dose de monensina aumenta, os animais apresentaram melhoria na eficiência.

O uso desse antibiótico melhora as condições de fermentação dos alimentos. Entretanto, com a proibição do uso de aditivos antibióticos pela União Europeia, em 2006, novas alternativas para modular a fermentação ruminal são necessárias.

### 2.2.2 *Virginiamicina*

A virginiamicina (VM) é um antibiótico não-ionóforo, produzido pela bactéria *Streptomyces virginiae*. Atua sobre as bactérias Gram positivas, aeróbicas e anaeróbicas, e não apresenta efeito sobre grande parte das bactérias Gram negativas, devido a impermeabilidade da parede celular (COCITO, 1979).

Diferente dos ionóforos que atuam no transporte de cátions das membranas celulares (BERGEN & BATES, 1984), a virginiamicina atua inibindo a síntese proteica destes microrganismos (VAN NEVEL et al., 1992).

A virginiamicina é composta naturalmente por dois peptídeos, denominados fator M e fator S (CROOY & DE NEYS, 1972), que quando combinados em uma relação sinérgica de aproximadamente 4:1 (M:S), possuem melhor atividade antibacteriana (VAN DIJCK et al., 1957; VANDERHAEGHE & PARMENTIER, 1959; CHAMPNEY & TOBER, 2000). A Concentração Inibitória Mínima (MIC) dos fatores M e S isolados para *Bacillus subtilis* é 0,5 e 0,4 mcg/ml, respectivamente. No entanto, quando esses fatores são combinados, o MIC para o mesmo microrganismo diminui para 0,04 mcg/ml, potencializando a atividade inibitória em 10 vezes em relação os fatores isolados (BATISTA et al., 2012).

O efeito da virginiamicina se dá em função da ligação irreversível desses fatores a subunidade 50S dos ribossomos das células bacterianas inibindo a síntese proteica. Isso interrompe os processos metabólicos, levando a redução do crescimento (bacteriostase) ou a morte bacteriana (atividade bactericida) (COCITO, 1979).

Segundo Coe et al., (1999) o uso deste aditivo previne o aparecimento de acidoses em condições de alto concentrado, mantendo pH acima de 5,5 e baixas concentrações de ácido láctico no rúmen. Esse fato se dá pela inibição das bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp.* que são as principais produtoras de ácido láctico. Ambas as bactérias são extremamente sensíveis a ação da virginiamicina (NAGARAJA & TAYLOR, 1987).

De acordo com Nagaraja et al., (1987), a virginiamicina possui uma grande capacidade de controlar a produção de ácido láctico sendo inclusive superior a outros aditivos como a monensina ou lasalocida na eficiência desse controle. Além disso, na avaliação de Rogers et al. (1995), a incidência de abscessos hepáticos é diminuída em bovinos confinados tratados com virginiamicina submetidos a dietas de alta energia.

Incubações *in vitro* de fluido ruminal com substratos de carboidratos ou proteínas indicaram que a virginiamicina altera a fermentação, aumentando as proporções molares

de propionato e diminuindo parcialmente a metanogênese e proteólise (VAN NEVEL et al., 1984). Al Jassim et al. (2003) observaram diminuição da relação acetato: propionato com suplementação de virginiamicina.

Apesar desses resultados, é mais comum observar nos trabalhos que a virginiamicina não tem efeito sobre as proporções molares de ácidos graxos voláteis no rúmen (IVES et al. 2002; CANDANOSA et al. 2008; SALINAS-CHAVIRA et al. 2009).

Vários estudos têm demonstrado que a suplementação com virginiamicina melhora o desempenho e a eficiência energética em bovinos confinados. No entanto, outros revelam resultados contrastantes.

Em um resumo de sete estudos sobre o desempenho de bovinos em confinamento, Rogers et al. (1995) observaram que a suplementação com VM na dose de 19 mg / kg – 27 mg / kg de MS na dieta aumentou o GMD e eficiência alimentar em 5% e 4%, respectivamente.

Segundo Montano et al., (2014), a suplementação com VM não altera o consumo de MS de novilhos mestiços mas tende a aumentar o ganho médio diário (7%,  $P=0,07$ ). Uma melhoria na eficiência alimentar é observada (11%), pelo aumento da energia líquida da dieta para manutenção (9%) e para ganho (11%).

Respostas semelhantes também foram reportadas por Salinas-Chavira et al., (2016), onde observaram melhoria no ganho e eficiência alimentar utilizando VM em bovinos alimentados com dietas alto grãos. Navarrete et al., (2017) não observaram tal respostas ao suplementar novilhos mestiços com o mesmo antibiótico. No estudo em questão, o consumo de matéria seca, ganho médio diário e eficiência alimentar não se mostraram melhores utilizando o aditivo. Apenas uma tendência de melhoria na energia líquida alimentar foi observado, tanto para manutenção (3%) como para ganho (4%).

Da mesma forma, Salinas-Chavira et al., (2009) não relataram diferenças no consumo de MS e ganho médio diário a uma taxa de 22,5 mg / kg. No entanto, nesse trabalho, a VM proporcionou melhoria de 4% na eficiência alimentar e energia líquida da dieta para manutenção e ganho (3,7 e 4,6%, respectivamente).

### 2.2.3 Óleos funcionais

Óleos funcionais (OF) são metabólitos vegetais secundários que são obtidos da fração volátil da planta por destilação a vapor ou com o uso de solventes orgânicos (WALLACE, 2004; CALSAMIGLIA et al., 2007b).

Os OF possuem atividade antimicrobiana e vêm sendo pesquisados na nutrição de bovinos como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento comumente utilizados principalmente depois que estes foram banidos pela União Europeia em janeiro de 2006.

Por terem natureza hidrofóbica e alta afinidade com lipídios, os OF interagem com as membranas celulares e se acumulam na bicamada lipídica das bactérias. Essa interação afeta a estrutura da membrana e causa sua desestabilidade, que, por sua vez, provoca o vazamento intracelular e diminuição no gradiente iônico transmembrana (CALSAMIGLIA et al., 2007b). Para neutralizar isso, as bactérias usam bombas de íon com o intuito de facilitar o transporte através da membrana. No entanto, durante este processo, uma grande quantidade de energia é gasta e o crescimento bacteriano começa a diminuir, resultando em mudanças na proporção de populações bacterianas no rúmen, alterando o perfil de fermentação (GRIFFIN et al., 1999; CALSAMIGLIA et al., 2007b).

Burt (2004) sugeriu que as bactérias Gram positivas são mais suscetíveis aos OF do que as bactérias Gram negativas. Isso ocorre porque as bactérias Gram negativas possuem uma membrana externa ao redor de sua parede celular que age como uma barreira e limita o acesso de compostos hidrofóbicos.

Entretanto, essa membrana externa não é completamente impermeável a substâncias hidrofóbicas, e substâncias de baixo peso molecular interagem com água (por meio de pontes de hidrogênio), atravessam a parede celular lentamente por difusão através da camada de lipopolissacarídeos ou por proteínas de membrana e interagem com a camada lipídica das células (GRIFFIN et al., 1999; DORMAN & DEANS, 2000).

Helander et al. (1998) relataram a capacidade do timol e do carvacrol em desintegrar a membrana externa de bactérias Gram negativas, e observaram a liberação de lipopolissacarídeos e o aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática.

Portanto, o pequeno peso molecular desses compostos pode permitir que eles sejam ativos em bactérias Gram positivas e Gram negativas. Essa propriedade reduz a seletividade desses compostos contra populações específicas, dificultando a modulação da fermentação microbiana no rúmen (CALSAMIGLIA et al., 2007b).

Desta forma, o principal determinante para o modo de ação será sempre a estrutura química dos óleos funcionais em particular (DORMAN & DEANS, 2000).

Vários estudos mostram que os OF alteram o perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen diminuindo a relação acetato: propionato, sem, contudo, reduzir sua produção total (BUSQUET et al., 2005; CALSAMIGLIA et al., 2007a; KHORRAMI et al., 2015).

Meyer et al. (2009), não observaram tal efeito trabalhando com misturas de OF em dietas de bovinos em terminação. Isso mostra que a ação dos óleos funcionais sobre a fermentação ruminal é dependente do princípio ativo, tendo em vista que são inúmeras as variedades de OF utilizados.

Quanto ao desempenho, trabalhos demonstram que a suplementação de bovinos com OF não altera o GMD (BENCHAAR et al., 2006; JEDLICKA et al., 2009; BITTNER, 2016), mas podem promover melhoras na eficiência alimentar (BENCHAAR et al., 2006; BITTNER, 2016)

Os resultados quanto ao uso de óleos funcionais são diversos. Esse fator pode estar relacionado ao grande número de compostos testados, sem, portanto, considerar uma padronização.

O óleo da casca da castanha de caju é representado principalmente por compostos fenólicos como o ácido anacárdico, cardol e cardanol (Watanabe et al., 2010), os quais possuem atividades antimicrobianas (Kubo et al., 1993) e antioxidantes (Kubo et al., 2006).

Incubações *in vitro* de fluido ruminal com líquido da casca da castanha de caju, que possuem esses compostos fenólicos, indicaram mudanças na microbiota ruminal e consequente alterações fermentativas resultando em um aumento da produção de propionato e diminuição de acetato e butirato, sem efeitos prejudiciais na produção total de AGV (WATANABE et al., 2010).

Isso ocorreu pelo fato destes compostos fenólicos atuarem principalmente contra as bactérias Gram positivas presentes no rúmen, como por exemplo, *Streptococcus bovis*, *Eubacterium ruminantium* e *Lactobacillus ruminis* (WATANABE et al., 2010).

A diminuição do número de bactérias Gram positivas pode indiretamente promover o crescimento de bactérias Gram negativas como *S. dextrinosolvens*, *S. ruminantium* e *M. elsdenii*, que estão envolvidas na produção do propionato (WATANABE et al., 2010).

O líquido da casca da castanha de caju pode ser uma alternativa mitigadora da emissão de metano pelos bovinos, isso porque este composto, segundo Watanabe et al.,

2010, em estudo *in vitro*, comprovado por Shinkai et al., 2012, em estudo *in vivo* com um sofisticado sistema de câmara respiratória, observaram redução da produção de metano por unidade de ingestão de matéria seca.

A redução da produção de metano e da concentração de amônia ruminal, proporcionada pelo líquido da casca da castanha de caju (WATANABE et al., 2010), pode favorecer a eficiência de utilização de energia e proteína pelos animais ruminantes.

Diante disso, os OF a base de caju e mamona, tendo em sua composição esses compostos fenólicos, é uma importante opção de aditivo alternativo para modular a fermentação ruminal. Essa importância se torna mais significativa quando se leva em consideração que esse produto é formado por compostos naturais os quais podem sobressair frente a condição de proibição dos aditivos antibióticos comumente utilizados.

Em trabalho desenvolvido por Cruz et al., (2014), os OF a base de caju e mamona foi adicionado (3g/dia) às dietas de bovinos em confinamento, mas não mostrou ter efeito sobre o peso corporal final, GMD, consumo de ração (kg MS / dia ou % peso corporal) e conversão alimentar.

Silva (2014) também não observou efeito do OF a base de caju e mamona sobre o peso corporal final, GMD e conversão alimentar ao comparar com níveis de monensina e monensina combinada com VM em dietas de alta energia para bovinos confinados. No entanto, o autor relata que o uso do OF pode ser utilizado como substituto de ionofóros e antibióticos na proteção do rúmen em dietas com elevada proporção de concentrado.

Apesar dos resultados quanto aos efeitos dos OF na nutrição de bovinos, mais pesquisas envolvendo esse aditivo contribuirão para a elucidação dos resultados até então publicados.

## Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). 2019. Beef Report: Perfil da pecuária no Brasil. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>. Acesso em: 26 de abril de 2019.
- BATISTA, S.; PRADO, G.; FREITAS, P.; PRADO, T. O uso da virginiamicina em dietas de alta proporção de concentrados para bovinos. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 2, 2012.
- BENCHAAR, C.; DUYNISVELD, J. L.; CHARMLEY, E. Effect of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 86, p. 91-96, 2006.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; McALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, Toronto, v. 145, p. 209-228, 2008.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their effect on proction efficiency and mode of action. **Journal of animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1465-1483, 1984.
- BITTNER, C. Effects of feed additives and body weight on growth performance and carcass characteristics of beef finishing cattle. **Theses and Dissertations in Animal Science**. 130, 2016.
- BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applicants in foods- a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; CARDOZO, P. W.; KAMEL, C. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in dual flow continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2508-2516, 2005.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A.; FANDINO, I. The Use of Essential Oils in Ruminants as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. **Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop**, p. 87-100, 2007a.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited Review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2580-2595, 2007b.
- CHAGAS, L. J., 2015. **Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta**. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Tese (Doutorado), Piracicaba.
- 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.
- COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiological Reviews**, v. 43, n. 2, p. 145- 198, 1979.
- COE, M. L.; NAGARAJA, T. G.; WALLACE, N.; TOWNE, E. G.; KEMP, K. E.; HUTCHENSON, J. P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during na induced acidosis. **Journal of Animal Science**, v. 77, n.8, p. 2259-2268, 1999.

- CROOY, P. & DE NEYS, R. Virginiamycin: nomenclature. **The Journal of Antibiotics**, v. 25, p. 371–372, 1972.
- CRUZ, O. T. B.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; RIVAROLI, D. C.; PRADO, R. M.; LIMA, B. S.; PRADO, I. P., 2014. Effect of glycerine and essential oils (*Annacardium occidentale* and *ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 790-797.
- DORMAN, H. J. D. & DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.
- DUFFIELD, T. F.; MERRIL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 4583-4592, 2012.
- GRIFFIN, S. G.; WYLLIE, S. G.; MARKHAM, J. L.; LEACH, D. N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, p. 322-332, 1999.
- HELANDER, I. M.; ALAKOMI, H. L.; LATVA-KALA, K.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POL, I.; SMID, E. J.; GORRIS, L. G. M.; VON WRIGHT, A. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 3590-3595, 1998.
- JEDLICKA, M E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A. J.; HOFFMAN, M. P; PUSILLO, G; TORRENT, J., 2009. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition (Progress Report). **Animal Industry Report**: AS 655, ASL R2423. DOI: [https://doi.org/10.31274/ans\\_air-180814-464](https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-464) Disponível em: [https://lib.dr.iastate.edu/ans\\_air/vol655/iss1/46](https://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol655/iss1/46) Acesso em: 22/08/2018.
- KHORRAMI, B.; VAKILI, A. R.; MESGARAN, M. D.; KLEVENHUSEN, F. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 8–16, 2015.
- MEYER, N. F.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; LUEBBE, M. K.; WILLIAMS, P.; ENGSTROM, M. A. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2346-2354, 2009.
- MONTANO, M. F.; MANRIQUEZA, O. M.; SALINAS-CHAVIRA, J.; TORRENTERA, N.; ZINN, R. A. Effects of monensin and virginiamycin supplementation in finishing diets with distiller dried grains plus solubles on growth performance and digestive function of steers. **Journal of Applied Animal Research**, v. 43, n. 4, p. 417– 425, 2014.
- NAGARAJA, T. G. & TAYLOR, M. B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 53, n. 7, p. 1620-1625, 1987.
- NAGARAJA, T. G.; TAYLOR, M. B.; HARMON, D. L.; BOYER, J. E. In vitro acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. **Journal of Animal Science**, v. 65, p. 1064–1076, 1987.
- NAVARRETE, J. D.; MONTANO, M. F.; RAYMUNDO, C.; SALINAS-CHAVIRA, J.; TORRENTERA, N.; ZINN, R. A. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v. 30, p. 1396-1404, 2017.

- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1005-1028, 1997.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Okotoks, v. 197, p. 64-75, 2014.
- RANGEL, A. H. N.; LEONEL, F. P.; SIMPLÍCIO, A. A.; MENDONÇA, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 264-273, 2008.
- ROGERS, J. A.; BRANINE, N. E.; MILLER, C. R.; WRAY, M. I.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; GILL, D. R.; PRITCHARD, R. H.; STILLBORN, R. P.; BECHTOL, D. T. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 7, p. 9-20, 1995.
- RUSSEL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1519-1525, 1987.
- RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview - Effect of ionophorus on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 1-6, 1989.
- SALINAS-CHAVIRA, J.; BARRERAS, A.; PLASCENCIA, A.; MONTANO, M. F.; NAVARRETE, J. D.; TORRENTERA, N.; ZINN, R. A. Influence of protein nutrition and virginiamycin supplementation on feedlot growth performance and digestive function of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 4276-4286, 2016.
- SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, U.; TORRENTERA, N. ZINN, R. A. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 4101-4108, 2009.
- SHINKAI, T.; ENISHI, O.; MITSUMORI, M.; HIGUCHI, K.; KOBAYASHI, Y.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; KOBAYASHI, Y. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 95, p. 5308-5316, 2012.
- SILVA, A. P. S. **Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado**. 2014. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado), Pirassununga.
- VAN DIJCK, P. J.; VANDERHAEGHE, H.; DE SOMER, P. Microbiologic study of the components of Staphylomycin. **Antibiotics and Chemother.** 7 (12), p. 625-629, 1957.
- VANDERHAEGHE, H. & PARMENTIER, G. La structure de la staphylomycine. **Bull Sociedad Chim Biology**, v. 69, p. 716-718, 1959.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of virginiamycin on carbohydrate and protein metabolism in the rumen in vitro. **Archiv Tiererneahr**, v. 34, p. 149-155, 1984.
- VAN NEVEL, C. J. & DEMEYER, D. I. Influence of antibiotics and a deaminase inhibitor on volatile fatty acids and methane production from detergent washed hay and soluble starch by rumen microbes in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 37, p. 21-31, 1992.
- VAN SOEST, P. J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>a</sup> ed. Ithaca: Cornell, p. 476.
- WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, p. 621-629, 2004.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; FORSTER, R. J.; KOBAYASHI, Y. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. *Journal of Dairy Science*, New York, v. 93, p. 5258–5267, 2010.

## CAPÍTULO 1

### MONENSINA ASSOCIADA OU NÃO COM VIRGINIAMICINA OU ÓLEO FUNCIONAL PARA BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes combinações de aditivos sobre o consumo de matéria seca, digestibilidade aparente, desempenho e rendimento de carcaça de bovinos de corte em confinamento. Foram utilizados 1326 bovinos com predomínio da raça Nelore, não castrados, com idade média de 18 meses e com peso corporal médio inicial de  $290,81 \pm 40,25$  kg. A dieta tinha relação volumoso: concentrado de 23:77, com fornecimento de silagem de milho como fonte de volumoso. Foram avaliadas as seguintes inclusões de aditivos na dieta: 27 mg de monensina/ kg de MS (Mon); 22 mg de monensina + 19 mg de virginiamicina/kg de MS (Mon+Vm) e 22 mg de monensina + 500 mg de óleo funcional/kg de MS (Mon+OF<sub>cm</sub>). As análises estatísticas foram obtidas por meio de modelo linear utilizando peso inicial e dias de confinamento como covariáveis e as comparações entre tratamentos através de contrastes lineares mutuamente ortogonais com nível de significância de 5%. O consumo de matéria seca e de nutrientes expressos em kg dia<sup>-1</sup> e percentagem do peso corporal não apresentaram diferenças. O peso corporal final e o ganho médio diário dos animais suplementados apenas com monensina não apresentaram diferença em relação àqueles suplementados com monensina associada. No entanto, o peso corporal final, ganho médio diário e a eficiência de transformação de ganho em carcaça dos animais suplementados com monensina combinada com virginiamicina foram superiores aos suplementados com monensina e óleo funcional. O rendimento de carcaça, digestibilidade e eficiência alimentar não sofreram influência da combinação de aditivos. A associação ou não da monensina com os demais aditivos proporciona desempenho semelhante em bovinos confinados. A associação monensina e virginiamicina mostra-se superior a associação monensina e óleo funcional quanto ao desempenho.

**Palavras-chave:** Consumo, eficiência alimentar, monensina, óleos funcionais, virginiamicina

## **MONENSIN ASSOCIATED WITH OR NOT WITH VIRGINIAMYCIN OR FUNCTIONAL OIL FOR CUTTING CATTLE**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of different combinations of additives on dry matter intake, apparent digestibility, performance and carcass yield of beef cattle in feedlot. A total of 1326 Nelore cattle were used, not castrated, with a mean age of 18 months and an initial mean body weight of  $290.81 \pm 40.25$  kg. The diet had a voluminous ratio: concentrate of 23:77, with supply of corn silage as a bulky source. The following additions of additives were evaluated in the diet: 27 mg monensin / kg DM (Mon); 22 mg monensin + 19 mg virginiamycin / kg DM (Mon + Vm) and 22 mg monensin + 500 mg functional oil / kg DM (Mon + OFcm). Statistical analyzes were obtained using a linear model using initial weight and confinement days as covariables and comparisons between treatments using linear orthogonal contrasts with a significance level of 5%. Consumption of dry matter and nutrients expressed in kg day<sup>-1</sup> and percentage of body weight did not differ. The final body weight and mean daily gain of animals supplemented with monensin alone did not differ from those supplemented with monensin. However, the final body weight, mean daily gain and carcass gain processing efficiency of animals supplemented with monensin combined with virginiamycin were higher than those supplemented with monensin and functional oil. Carcass yield, digestibility and feed efficiency were not influenced by the combination of additives. The association or not of monensin with the other additives provides similar performance in confined cattle. The monensin and virginiamycin combination is shown to be superior to monensin and performance oil.

**Key words:** Intake, food efficiency, monensin, functional oils, virginiamycin

## 1. Introdução

Dietas de confinamento são caracterizadas pela alta proporção de concentrado, o que pode favorecer o aparecimento de distúrbios metabólicos. Nesse sentido, aditivos alimentares têm sido utilizados com o intuito de reduzir os riscos de aparecimentos desses distúrbios além disso melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes.

O uso de aditivos isoladamente na dieta de bovinos é bastante estudado e apresenta resultados consistentes (Salinas-Chavira et al. 2009, 2016; Nuñez et al. 2013; Valero et al. 2014, 2016). Contudo, nos últimos anos estudos tem sugerido que o uso de aditivos combinados pode ser mais eficiente no aumento do desempenho de bovinos submetidos a dietas de alto concentrado.

A associação monensina (MON) e virginiamicina (VM) tem sido estudada com maior frequência e tem mostrado resultados satisfatórios sobre o desempenho animal pois atuam de maneira diferente otimizando a fermentação ruminal (Benatti et al, 2017).

Os óleos funcionais à base de caju e mamona ( $OF_{cm}$ ) são substâncias químicas extraídas por destilação e têm sido considerados potenciais moduladores ruminais (Ferreira de Jesus et al., 2016). Alguns estudos incluíram o  $OF_{cm}$  na dieta de bovinos e observaram melhoria (Valero et al. 2014, 2016) ou manutenção (Jedlicka et al. 2009; Cruz et al. 2014) do desempenho de animais comparado aos que receberam a MON ou sem presença de aditivos. No tocante ao uso de combinado de aditivos, Heker Junior et al. (2018) compararam  $OF_{cm}$  com VM combinados com MON e verificaram maior ganho de peso para os animais que receberam virginiamicina na dieta. Verificou-se, poucos trabalhos associando  $OF_{cm}$  a outros aditivos ou comparando estes com virginiamicina sendo necessário mais estudos.

Desta forma, objetivou-se avaliar o uso combinado ou não da MON com VM ou com o OF<sub>cm</sub> sobre as características nutricionais e produtivas de bovinos de corte em confinamento. Hipotetisa-se que o uso combinado de aditivos promova melhoria tanto no desempenho nutricional quanto produtivo de bovinos de corte em confinamento em relação ao uso da MON exclusiva. Em adição, que o OF<sub>cm</sub> pode ser alternativa à VM quando associada à MON.

## **2. Material e métodos**

### *2.1 Delineamento experimental, animais e dietas*

O experimento foi conduzido no confinamento da fazenda Recreio, localizada no município de Claudia, no estado do Mato Grosso, Brasil, no período de julho a novembro de 2017.

Foram utilizados 1.326 bovinos machos não-castrados da raça Nelore, com idade média de 18 meses e peso corporal (PC) médio inicial de 290,81±40,25 kg. Os animais foram alocados aleatoriamente em 12 baias de 1.600 m<sup>2</sup> cada, providas de comedouro e bebedouro. Foram pesados, vermifugados (Cydectin®) e identificados com numeração individual e da baia. Em seguida distribuídos 111 animais por baia em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por três tratamentos com quatro repetições (baias). A baia e o animal foram considerados como unidades experimentais para avaliação das características nutricionais (consumo e digestibilidade) e para o desempenho e carcaça respectivamente.

A dieta (13,3% PB) apresentou relação volumoso:concentrado de 23:77, tendo a silagem de milho como fonte de volumoso (Tabela 1). Avaliaram-se as seguintes

inclusões de aditivos na dieta: <sup>(1)</sup>27 mg de MON/ kg de MS (MON); <sup>(2)</sup>22 mg de + 19 mg de VM/kg de MS (MON+VM) e <sup>(3)</sup>22 mg de MON + 500 mg de OF<sub>cm</sub> /kg de MS (MON+OF<sub>cm</sub>).

O experimento teve duração de 143 dias, sendo 10 dias de adaptação à alimentação e instalações. No último dia do período experimental, os animais foram pesados e em seguida conduzidos para um abatedouro comercial (JBS- Friboi, Colíder, MT, Brasil).

## *2.2 Procedimentos experimentais e amostragem*

Diariamente, a ração foi preparada e fornecida na forma totalmente misturada com o auxílio de misturador equipado com balança eletrônica (CASALE - RotorMix). O fornecimento da ração foi realizado quatro vezes ao dia, às 6h (30% da oferta), 10h (20% da oferta), 13h (15% da oferta) e às 18h (35% da oferta). A quantidade de alimento fornecida foi ajustada diariamente a partir do consumo realizado no dia anterior, permitindo de 5 a 10 % de sobras.

As sobras de cada baia foram coletadas e pesadas diariamente obtendo-se uma amostra composta por baia/semana. Uma amostra da dieta misturada foi coletada todos os dias e ao final da semana foi realizada uma amostra composta.

A coleta de fezes foi realizada em três dias, sendo a primeira às 16h00 (dia 1), a segunda as 13h00 (dia 2) e a terceira as 9h00 (dia 3). Como a coleta fecal de todos os animais da baia seria inviável, foram realizadas coletadas amostras de 50 animais aleatórios por baia por dia, totalizando 1.800 amostras. Após as coletas, foi realizada uma amostra composta homogênea por baia.

Além do ganho diário de peso (GDP) foi calculado o ganho diário de carcaça (GDC), considerando o rendimento de carcaça inicial de 50% para todos os animais. Assim, realizaram-se os cálculos da eficiência de transformação do ganho de peso em carcaça (GCD/GPC - %) e da eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça (GCD/GPC - kg/kg). Para os cálculos, utilizou-se o peso de carcaça quente.

### 2.3 Análises laboratoriais

As amostras foram conduzidas para o Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da UFMT, Campus Universitário de Sinop onde foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada (55°C por 72 horas) e processadas em moinhos de facas com peneiras de porosidade de 1 mm para análises químicas e 2 mm para incubação ruminal *in situ* (determinação da FDN indigestível).

As amostras foram analisadas de acordo com a AOAC (2005) quanto às concentrações de matéria seca (MS, método nº 934.01), matéria orgânica (MO, obtida a partir do teor de cinzas, método nº 924.05), proteína bruta (PB, método nº 920.87) e extrato etéreo (EE, método nº 920.85). Para análise da concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), as amostras foram tratadas com  $\alpha$ -amilase termoestável sem uso de sulfito de sódio, corrigidas para cinzas (Mertens, 2002), e proteínas residuais Licitra et al. (1996). O cálculo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF<sub>cp</sub>) foi calculado conforme adaptação de Hall, (2000).

A FDN<sub>i</sub> foi quantificada por procedimentos de incubação *in situ* com sacos F57 da Ankom por 288 h (Valente et al, 2011). A digestibilidade foi estimada utilizando FDN<sub>i</sub>, como indicador interno.

## 2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram obtidas por meio de modelo linear descrito como:  $Y_{ijk} = \mu + T_i + b_1(X_{ij} - \bar{X}_{ij}) + b_2(X_{ik} - \bar{X}_{ik}) + \varepsilon_{ijk}$ , em que  $Y_{ijk}$  é a variável resposta mensurada no tratamento  $i$ , em animais com peso inicial  $j$  durante o tempo de dias de confinamento na baía  $k$ ;  $T_i$ ,  $b_1$  e  $b_2$  são efeitos de tratamento, coeficientes de regressão linear das covariáveis peso corporal inicial e dias de confinamento e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental.

As comparações entre as médias de tratamentos foram realizadas por intermédio de dois contrastes lineares mutuamente ortogonais, no qual o primeiro testou diferenças entre MON individual *versus* MON associada com VM (MON+VM) ou com o óleo funcional (MON+OF<sub>cm</sub>) e no segundo contraste testou a combinações (MON+VM *versus* MON+OF<sub>cm</sub>). Os dados foram analisados por análise de variância, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2001) e o nível de significância adotado foi de 0,05.

## 3 Resultados

### 3.1 Consumo e digestibilidade

A associação ou não da MON com VM ou OF<sub>cm</sub> não afeta ( $P > 0,05$ ) tanto o consumo (Tabela 2), quanto a digestibilidade (Tabela 3) dos constituintes da dieta. Resposta similar sobre estas características também foi observada para as dietas contendo MON+VM ou MON+OF<sub>cm</sub>. Conseqüentemente, a mesma concentração dietética de MOD foi observada para todos os tratamentos.

### *3.2 Desempenho, carcaça e eficiência*

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre o fornecimento individual da MON em relação à MON associada sobre o ganho médio diário (GMD), ganho de carcaça diário (GCD), PC final (Tabela 4). Ausência de efeitos ( $P>0,05$ ) da combinação ou não da MON com VM ou  $OF_{cm}$  também foi observada para as informações ligadas à carcaça dos animais (Peso final; GDC e RC). A associação MON+VM ou MON+ $OF_{cm}$  não melhoram ( $P>0,05$ ) a eficiência alimentar; as relações de GCD/GPD e CMS/GCD em relação à dietas com MON (Tabela 4).

No tocante à associação de aditivos, animais alimentados com MO+ $OF_{cm}$  apresentam mesmo ( $P>0,05$ ) RC e eficiência alimentar que os animais que recebem MO+VM (Tabela 4). No entanto, menores valores ( $P<0,05$ ) são observados para GPD, peso final de carcaça; e as relações de GCD/GPD e CMS/GCD quando os animais recebem dietas contendo MON+ $OF_{cm}$ .

## **4 Discussão**

Ausência de efeitos sobre o consumo e digestibilidade dos constituintes da dieta em bovinos alimentados com MON individual ou associada com VM (Benatti et al., 2017; Lemos et al., 2016, Neto, 2018) ou com  $OF_{cm}$  (Heker Junior et al., 2018) tem sido reportado. Por outro lado, outros autores relataram maior consumo de MS nos animais que receberam dietas contendo  $OF_{cm}$  em relação aos que receberam MON (Meyer et al., 2009; Silva 2014; Zawadzki, 2013). De forma geral este maior consumo foi atribuído às propriedades atrativas e maior aceitabilidade desses compostos orgânicos pelos animais.

Duffield, et al. (2015) em estudo meta-analítico verificaram que animais reduzem consumo de MS quando a presença de MON na dieta. Segundo Baile et al. (1979), este fato ocorre pela aversão dos animais à MON em função de sua baixa palatabilidade.

Pesquisas têm relatado que os óleos essenciais possuem propriedades atrativas e palatáveis que influenciam positivamente no consumo dos animais (Cardozo et al., 2006, Wallace, 2004). De fato, Silva et al. (2019) observaram que animais alimentados com OF<sub>cm</sub> tiveram um maior consumo de MS do que aqueles alimentados com VM.

A ausência de efeitos observados sobre o consumo, no presente estudo, pode ser em função de todas as dietas conterem MON em sua formulação e desta forma pode ter diminuído a palatabilidade e conseqüentemente impedido o maior consumo pelos animais.

No tocante à digestibilidade, Coneglian (2009) verificou que o uso do OF<sub>cm</sub> em dietas alto grão para bovinos em crescimento, conferiu efeitos semelhantes à MON quanto a digestibilidade aparente total dos nutrientes. Em adição, Nuñez et al. (2013) também observaram diferença na digestibilidade aparente quando VM e MON foram incluídos em dietas de touros Nelore.

Segundo Neto (2018), aditivos usados de forma isolada ou em associação têm comportamento semelhante na estabilização do pH ruminal, auxiliando no controle de possíveis distúrbios metabólicos associados à dieta de alto grão fornecida aos animais.

Embora o uso combinado de aditivos tem propiciado efeitos positivos sobre desempenho produtivo de animais (Fonseca et al., 2016; Jedlicka et al., 2009; Nuñez et al., 2013), tal efeito não foi observado.

De fato, a combinação de aditivos para animais em confinamento promove melhoria na eficiência alimentar (Benatti et al., 2017), ganho de peso (Heker Junior et al., 2018) e energia líquida de manutenção e ganho (Navarrete et al., 2017) quando associa MON+VM.

Da mesma forma, a associação MON+OF<sub>cm</sub> melhora a conversão alimentar sem efeito sobre o ganho de peso (Jedlicka et al., 2009).

Quando avaliado combinados, o melhor desempenho foi obtido na associação MON+VM em relação a MON+OF<sub>cm</sub> que sugere que esses animais tiveram maior eficiência de utilização de energia e proteína por não diferirem no consumo e digestibilidade, mas melhorarem o ganho. Esse fato pode ter ocorrido devido a alterações nos padrões de fermentação ruminal promovidos pela suplementação com VM.

Verifica-se que estudos comparando VM *versus* OF são escassos na literatura. Silva et al. (2019) comparou o uso de OF *versus* VM e não observou diferença no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne em bovinos Nelore em confinamento. Heker Junior et al., (2018) trabalharam com a combinação MON+VM em relação a MON+OF<sub>cm</sub> e obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Apesar do número considerável de trabalhos envolvendo OF<sub>cm</sub>, os resultados ainda não são concretos. Cruz et al. (2014) não observaram diferenças no ganho de peso de animais em confinamento diferente do observado por Valero et al. (2014) e Valero et al. (2016). Chagas (2015), relatou que OF<sub>cm</sub> fornecido individualmente promoveu aumento no desempenho de bovinos apenas na fase inicial não se mantendo ao longo do período total de confinamento em relação ao não uso de aditivo ou uso de monensina.

Segundo Ladeira et al., (2014), a monensina promove aumento no rendimento de carcaça quente pela maior disponibilidade de energia na dieta o que aumenta o aporte energético para deposição de tecido muscular. No entanto, quando o OF<sub>cm</sub> ou VM foi combinado a monensina, não promoveram acréscimo no rendimento de carcaça dos bovinos (Heker Junior et al. 2018; Jedlicka et al. 2009; Silva 2014; Sitta 2011).

A eficiência alimentar não apresentou diferença quando a VM ou OF<sub>cm</sub> foi combinada a MON corroborando com observado por Silva et al. (2019) quando avaliou VM *versus* OF<sub>cm</sub> fornecidas isoladamente.

A relação GCD/GPD para combinação MON+VM foi de 79,2% sendo superior a MON+OF<sub>cm</sub> (77%) mostrando que o mesmo comportamento do ganho de peso corporal, ou seja, maior ganho de peso proporcionou maior ganho em carcaça. Ao contrário, Heker Junior et al. (2018) verificaram melhora no ganho de peso corporal porém sem diferença na eficiência de transformação deste em carcaça utilizando a mesma combinação de aditivos.

Silva (2014), não observou diferença na eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça ao comparar MO+VM com OF individual. Porém, neste estudo a eficiência de transformação da matéria seca consumida em carcaça na combinação MON+VM tendeu a ser melhor em relação a MON+OF<sub>cm</sub> evidenciando que apesar de apresentarem o mesmo consumo e eficiência alimentar, os animais submetidos a VM podem converter melhor a MS consumida em carcaça.

## **5 Conclusão**

O fornecimento de dietas com MON individual ou combinada com VM ou OF<sub>cm</sub> promove respostas similares para consumo, digestibilidade, ganho de peso corporal, rendimento de carcaça, eficiência alimentar.

O fornecimento de MON associada à VM propicia maior ganho de peso corporal, ganho de carcaça diário e relação GCD/GPD comparado a MON associada ao OF<sub>cm</sub>. Desta forma o OF<sub>cm</sub> não promove o mesmo desempenho que a VM quando combinado a MON.

## Referências bibliográficas

- AOAC. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- Baile, C. A.; McLaughlin; Potter, E. L.; Chalupa, W., 1979. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 48, 6, 1501-1508.
- Benatti, J. M. B.; Alves Neto, J. A.; Oliveira, I. M.; Resende F. D.; Siqueira, G. R., 2017. Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of Nelore cattle. *Animal Science Journal*. 1-6. DOI:10.1017/S1357729800054400
- Cardozo, P. W., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2006. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high concentrate diet. *J. Anim. Sci*. 84:2801-2808.
- Chagas, L. J., 2015. Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Tese (Doutorado), Piracicaba.
- Coneglian, S. M., 2009. Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos. Universidade Estadual de Maringá, Tese (Doutorado em Zootecnia), Maringá.
- Cruz, O. T. B.; Valero, M. V.; Zawadzki, F.; Rivaroli, D. C.; Prado, R. M.; Lima, B. S.; Prado, I. P., 2014. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass

- characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. *Italian Journal of Animal Science*.13, 790-797. DOI:10.4081/ijas.2014.3492.
- Duffield, T. F.; Merrill, J. K.; Bagg, R. N., 2015. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science*. 90, 4583-4592. DOI:10.2527/jas2011-5018
- Ferreira de Jesus, E.; Valle, T. A. Del; Calomeni, G. D.; Silva, T. H.; Takiya, C. S.; Vendramini, T. H. A.; Paiva, P. G.; Silva, G. G.; Netto, A. S.; Rennó, F. P. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.06.003
- Fonseca, M. P.; Borges, A. L. C. C.; Silva, R. R.; Lage, H. F.; Ferreira, A. L.; Lopes, F. C. F.; Pancoti, C. G.; Rodrigues, J. A. S., 2016. Intake, apparent digestibility, and methane emission in bulls receiving a feed supplement of monensin, virginiamycin, or a combination. *Animal Production Science*. 56, 1041–1045. DOI: 10.1071/AN14742.
- Hall, M., 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, p. A-25 (Bulletin, 339).
- Heker Junior, J. C.; Neumann, M.; Ueno, R. K.; Falbo, M. K.; Galbeiro, S.; Souza, A. M.; Venancio, B. J.; Santos, L. C.; Askel, E. J., 2018. Effect of monensin sodium associative to virginiamycin and/or essential oils on the performance of feedlot finished steers. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 39, n.1, 261-274. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p261
- Jedlicka, M E.; Purevjav, T.; Conover, A. J.; Hoffman, M. P.; Pusillo, G.; Torrent, J., 2009. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition (Progress Report). **Animal Industry**

**Report:** AS 655, ASL R2423. DOI: [https://doi.org/10.31274/ans\\_air-180814-464](https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-464)

Disponível em: [https://lib.dr.iastate.edu/ans\\_air/vol655/iss1/46](https://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol655/iss1/46) Acesso em: 22/08/2018.

- Ladeira, M. M.; Machado Neto, O. R.; Santarosa, L. C.; Chizzotti, M. L.; Oliveira, D. M.; Carvalho, J. R. R.; Alves, M. C. L., 2014. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 49, n.9, 728-736. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000900009.
- Lemos, B. J. M.; Castro, F. G. F.; Santos, L. S.; Mendonça, B. P. C.; Couto, V. R. M.; Fernandes, J. J. R., 2016. Monensin, virginiamycin, and flavomycin in a no-roughage finishing diet fed to zebu cattle. *Journal Animal Science*. 94, 4307-4314. DOI: 10.2527/jas2016-0504
- Licitra, G.; Hernandez, T. M.; Van Soest, P. J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 57, 347-358. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00837-3.
- Mertens, D. R., 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.85, p.1212-1240.
- Meyer, N. F.; Erickson, G. E.; Klopfenstein, T. J.; Greenquist, M. A.; Luebke, M. K.; Williams, P.; Engstrom, M. A., 2009. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. *Journal of Animal Science*. 87, 2346-2354. DOI: 10.2527/jas.2008-1493. Navarrete, J. D.; Montano, M. F.; Raymundo, C.; Salinas-Chavira, J.; Torrentera, N.; Zinn, R. A., 2017. Effect of energy density and virginiamycin supplementation in diets on growth performance and digestive

- function of finishing steers. *Asian-Australas Journal Animal Science*. 30, 1396-1404.  
DOI: 10.5713/ajas.16.0826.
- Neto, J. D., 2018. Monensina e virginiamicina no desempenho e pH ruminal de bovinos confinados com dieta de milho grão inteiro. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Cuiabá.
- Núñez, A. J. C.; Caetano, M.; Berndt, A.; Demarchi, J. J. A. A.; Leme, P. R.; Lanna, D. P. D., 2013. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. *Scientia agrícola*, v. 70, n. 4, p. 229-236.
- Salinas-Chavira, J.; Barreras, A.; Plascencia, A.; Montano, M. F.; Navarrete, J. D.; Torrentera, N.; Zinn, R. A., 2016. Influence of protein nutrition and virginiamycin supplementation on feedlot growth performance and digestive function of calf-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science*. 94, 4276–4286. DOI: 10.2527/jas2016-0576.
- Salinas-Chavira, J.; Lenin, J.; Ponce, E.; Sanchez, U.; Torrentera, N.; Zinn, R. A., 2009. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science*. 87, 4101–4108. DOI: 10.2527/jas.2009-1959.
- Silva, A. P. dos S.; Zotti, C. A.; Carvalho, R. F.; Corte, R. R.; Cònsolo, N. R. B.; Silva, S. da L.; Leme, P. R. Leme., 2019. Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nellore cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 247, 53-62. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2018.10.015
- Silva, A. P. S., 2014. Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com

- elevado teor de concentrado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado), Pirassununga.
- Sitta, C., 2011. Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com alto teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Piracicaba.
- Valente, T. N. P.; Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Sampaio, C. B.; Gomes, D. I., 2011. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40, n. 5, 1148-1154.
- Valero, M. V.; Prado, R. M.; Zawadzki, F.; Eiras, C. E.; Madrona, G. S.; Prado, I. N., 2014. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá. 36, n. 4, 419-426. DOI: 10.4025/actascianimsci.v36i4.23856.
- Valero, M. V.; Farias, M. S.; Zawadzki, F.; Prado, R. M.; Fugita, C. A.; Rivaroli, D. C.; Ornaghi, M. G.; Prado, I. N., 2016. Feeding propolis or essential oils (cashew and castor) to bulls: performance, digestibility, and blood cell counts. *Revista Colombiana de Ciências Pecuárias*. 29, 33-42. DOI: 10.17533/udea.rccp.v29n1a04.
- Wallace, R. J., 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, pp 621-629. DOI:10.1079/PNS2004393
- Zawadzki, F., 2013. Glicerina, antioxidantes e carotenóides sobre a qualidade e traçabilidade da carne de bovinos e ovinos. Universidade Estadual de Maringá, Tese (Doutorado em Zootecnia), Maringá.

## 6 Tabelas

Tabela 1. Ingredientes e composição química (% da matéria seca) da dieta de bovinos de corte em função da presença da monensina associada ou não à virginiamicina e óleo funcional

Item	Dieta		
	Mon	Mon+Vm	Mon+ OF <sub>cm</sub>
Ingrediente			
Silagem de milho	23	23	23
Milho reidratado	49,3	49,3	49,3
Torta de algodão	15	15	15
Farelo de arroz	10	10	10
Núcleo mineral	2,7	2,7	2,7
Monensina <sup>1</sup>	27	22	22
Virginiamicina <sup>1</sup>	.	19	.
Óleo funcional <sup>1</sup>	.	.	500
Composição química, %MS			
Matéria seca		70,7	
Matéria orgânica		94,0	
Proteína bruta		13,3	
Extrato etéreo		6,7	
Carboidratos não-fibrosos		53,1	
FDN corrigida para cinzas e proteína		22,6	
FDN indigestível		7,9	

<sup>1</sup>mg/kg MS

Tabela 2. Consumo de bovinos de corte recebendo dietas contendo monensina associada ou não à virginiamicina e óleo funcional

Consumo	Mon	Mon+Vm	Mon+OF <sub>cm</sub>	EPM	Contrates ( <i>Valor P</i> )	
					A	B
		kg/dia				
Matéria seca <sup>1</sup>	8,23	8,07	8,59	0,2859	0,812	0,253
Matéria orgânica <sup>1</sup>	7,71	7,66	8,08	0,2715	0,680	0,322
Proteína bruta <sup>1</sup>	1,07	1,05	1,09	0,0370	0,955	0,463
Extrato etéreo <sup>1</sup>	0,45	0,43	0,43	0,0150	0,457	0,920
FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>1</sup>	1,72	1,64	1,70	0,0550	0,612	0,482
FDN indigestível <sup>1</sup>	0,88	0,84	0,91	0,0329	0,948	0,183
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	4,51	4,56	4,88	0,1645	0,381	0,225
Matéria orgânica digestível <sup>1</sup>	5,48	5,49	5,56	0,2166	0,441	0,189
		% peso corporal				
Matéria seca <sup>1</sup>	2,13	2,18	2,20	0,0774	0,626	0,826
FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>1</sup>	0,44	0,44	0,44	0,0146	0,872	0,902
Matéria orgânica digestível <sup>1</sup>	1,19	1,18	1,28	0,0323	0,365	0,087

<sup>1</sup>Médias ajustadas por covariáveis; Mon= monensina; Vm = virginiamicina; OF<sub>cm</sub>= óleo funcional à base de caju e mamona; A: Mon *versus* Vm/OF<sub>cm</sub> B: Mon + Vm *versus* Mon + OF<sub>cm</sub>. <sup>2</sup>Erro padrão da média

Tabela 3.

Digestibilidade aparente total (%) e matéria orgânica digestível dietéticos de bovinos de corte recebendo dietas contendo monensina associada ou não à virginiamicina e óleo funcional

Item	Mon	Mon+Vm	Mon+OF <sub>cm</sub>	EPM	Contrates (Valor P)	
					A	B
Matéria seca <sup>1</sup>	68,94	69,77	70,66	0,76	0,273	0,450
Matéria orgânica <sup>1</sup>	71,57	72,01	73,27	0,91	0,434	0,382
Proteína bruta <sup>1</sup>	70,65	72,59	70,39	0,92	0,541	0,147
FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>1</sup>	50,89	52,30	53,38	1,75	0,454	0,688
Extrato etéreo <sup>1</sup>	72,28	64,86	70,21	2,24	0,177	0,147
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	84,92	85,01	86,48	1,00	0,578	0,353
Concentração dietética (%)						
Matéria orgânica digestível	66,55	68,17	69,14	1,47	0,344	0,666

Médias ajustadas por covariáveis<sup>1</sup>; Mon= monensina; Vm = virginiamicina; OF<sub>cm</sub>= óleo funcional à base de caju e mamona; A: Mon *versus* Vm/OF<sub>cm</sub> B: Mon + Vm *versus* Mon + OF<sub>cm</sub>. EPM: Erro padrão da média.

Tabela 4.

Desempenho produtivo de bovinos de corte recebendo dietas contendo monensina associada ou não à virginiamicina e óleo funcional

Item	Dietas			EPM	Contrates	
	Mon	Mon			A	B
		Vm	OF <sub>cm</sub>			
Ganho peso diário <sup>1</sup>	1,52	1,54	1,48	0,01	0,528	<0,0001
Peso corporal final <sup>1</sup>	451,81	454	444,69	1,25	0,271	<0,0001
<i>Carcaça</i>						
Peso final <sup>1</sup>	248,36	250,29	243,87	1,29	0,478	<0,0001
Ganho diário <sup>1</sup>	1,19	1,22	1,14	0,07	0,654	<0,0001
Rendimento <sup>2</sup>	54,97	55,13	54,84	1,11	0,939	0,116
<i>Eficiência</i>						
Alimentar <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,18	0,99	0,142	0,840
GCD/GPD <sup>2</sup>	78,1	79,2	77,0	1,04	0,151	0,001
CMS/GCD <sup>1</sup>	6,93	6,61	7,41	0,98	0,118	0,009

Médias ajustadas por covariáveis; Mon= monensina; Vm = virginiamicina; OF<sub>cm</sub>= óleo funcional à base de caju e mamona; A: Mon versus Vm/OF<sub>cm</sub> B: Mon + Vm versus Mon + OF<sub>cm</sub>. EPM: Erro padrão da média. <sup>1</sup> kg