



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



**SUBSTITUIÇÃO DE IONÓFOROS POR UM BLEND DE  
ÓLEOS FUNCIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHAS  
NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO**

**Alex Coene Fleitas**

CAMPO GRANDE- MS  
2021



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



**SUBSTITUIÇÃO DE IONÓFOROS POR UM BLEND DE  
ÓLEOS FUNCIONAIS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHAS  
NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO**  
*REPLACEMENT OF IONOPHORES BY A BLEND OF FUNCTIONAL OILS  
IN THE FEEDING OF NELORE HEIFERS IN PASTURE INTENSIVE  
FINISHING*

**Alex Coene Fleitas**

**Orientador: Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes**

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

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE- MS  
2021



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



**Certificado de aprovação**

ALEX COENE FLEITAS

**SUBSTITUIÇÃO DE IONÓFOROS POR UM BLEND DE ÓLEOS FUNCIONAIS NA ALIMENTAÇÃO  
DE NOVILHAS NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO**

**REPLACEMENT OF IONOPHERES BY A BLEND OF FUNCTIONAL OILS IN THE FEEDING OF  
NELORE HEIFERS IN PASTURE INTENSIVE FINISHING**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 31-08-2021

BANCA EXAMINADORA:

---

Dr. Henrique Jorge Fernandes  
(UEMS) – (Presidente)

---

Dra. Aline Gomes da Silva  
(UFMS)

---

Dr. Dalton Mendes de Oliveira  
UEMS

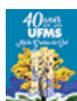
---

Dra. Marcella Cândia D'Oliveira  
UFMS

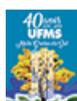
---

Dr. Marcelo Vedovatto  
UEMS

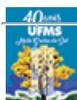
---



Documento assinado eletronicamente por **Aline Gomes da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 31/08/2021, às 21:13, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



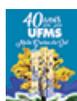
Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Vedovatto, Usuário Externo**, em 31/08/2021, às 22:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Dalton Mendes de Oliveira, Usuário Externo**, em 01/09/2021, às 15:31, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Henrique Jorge Fernandes, Usuário Externo**, em 02/09/2021, às 14:55, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcella Cândia D' Oliveira, Usuário Externo**, em 01/10/2021, às 11:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2771564** e o código CRC **1DE43B8C**.

### COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

### *Dedicatória*

Dedico esta tese a duas pessoas que foram exemplos na minha vida:

A minha querida e amada tia Venância Coene Cristaldo (*in memoriam*), que sempre foi uma segunda mãe para mim. Seu legado de humildade e amor pelo próximo são ensinamentos que levarei por toda vida. Nunca esquecerei de como me chamava: “meu guri”.

A minha amada vó Luiza Rodrigues (*in memoriam*), uma mulher batalhadora e de uma história admirável, que mesmo diante de tudo que passou nunca deixou de sorrir e de amar o próximo, sempre com sua infinita bondade, esperança, mãe de todos, acolhedora, humilde, sempre pensando no próximo e nunca nela mesma. A sua maior riqueza é sua bondade. É difícil descrevê-la, pois somente quem conviveu com ela sabe o que ela representou em nossas vidas. Em cada despedida ela sempre me benzia e eu saía cada vez mais forte para encarar o mundo, e sentirei muita falta disso. Serei sempre seu *Chêfilho*! Te amo minha vó! Estará sempre em nossos corações.

*Saudades eternas!*

## **Agradecimentos**

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela proteção e bençãos;

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e ao seu corpo docente pelos ensinamentos e pela oportunidade de realizar mais um sonho.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pelo apoio em toda jornada até aqui realizada.

À CAPES e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes pela orientação inigualável, pelos ensinamentos técnicos e científicos, pela conduta profissional, pela amizade e toda contribuição para formação do profissional que sou hoje. Gratidão!

Ao Grupo de Pesquisa Ruminantes MS e aos amigos Dieferson Pereira, Jéssica Soares, Gabriel Borges, Douglas Vieira, Estácio Lopes, Lizandro Medeiros, Thaís Pereira, Yasmin Falcão pela dedicação e comprometimento das coletas dos dados experimentais e por tornarem esses dias árduos divertidos e alegres. Sem eles isso não seria possível. Equipe nota mil!

Aos meus pais Maria Rita Coene Fleitas e Otacílio Fleitas. A minha mãe pelo apoio desde o início de tudo, pelo amor, orações, conselhos, carinho e por sempre confiar em mim. Ao meu pai pelo apoio e incentivo. Ao meu irmão Roberty Coene Fleitas pelo apoio, dedicação, orações e companheirismo nesta jornada. A minha namorada e companheira Isabella Klein Silveira pelo apoio, carinho, dedicação e por estar sempre ao meu lado.

**A todos os citados meu muito obrigado!**

## RESUMO

**Os objetivos foram:** **Capítulo 1** – Escrever uma revisão de literatura sobre benefícios, desafios e oportunidades da terminação intensiva a pasto e da utilização dos antibióticos ionóforos e óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes; **Capítulo 2** – Avaliar a substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona no desempenho de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto; **Capítulo 3** – Avaliar a substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona sobre o comportamento diurno de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto. **Material e Métodos:** **Capítulos 2 e 3** - Foram utilizadas 27 novilhas nelore, com idade média de 18 meses e peso corporal inicial (PC)  $294,2 \pm 16,5$  kg. Avaliaram-se três aditivos alimentares, sendo: dois antibióticos ionóforos - Monensina (com inclusão de 25 mg/kg de MS de concentrado) e Narasina (com inclusão de 13 mg/kg de MS de concentrado); e um blend de óleos funcionais (OF) a base de óleo de caju e mamona (com inclusão de 500 mg/kg de MS de concentrado); **Capítulo 2** - Foram analisados o consumo de concentrado, desempenho, desenvolvimento corporal, acabamento de gordura, rendimento e peso de carcaça; **Capítulo 3** – Foram analisadas as seguintes atividades comportamentais: tempo em pé (TE), tempo deitado (TD), tempo andando (TA), tempo de pastejo (TP), tempo comendo no cocho (TC), tempo bebendo água (TB), número de visitas no cocho (NVC) e foram calculados o tempo total comendo (COMtot), tempo total em atividade (ATIVtot). **Resultados:** **Capítulo 2** - Não foram observados nenhum efeito significativo nas variáveis analisadas, apresentando resultados similares. **Capítulo 3** - Os animais que receberam Monensina ficaram maior tempo no cocho ( $P < 0,05$ ), seguido depois pelos OF e por menor ( $P < 0,05$ ) tempo no cocho os animais que receberam Narasina. Esse menor tempo no cocho observado com a Narasina resultou no maior ( $P < 0,05$ ) tempo em pastejo. Os OF apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) número de visitas no cocho em relação aos demais tratamentos. **Conclusão:** O blend de óleos funcionais à base de óleos de caju e mamona pode ser utilizado em substituição aos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina. Já no comportamento diurno a Narasina levou os animais a iniciarem o pastejo ao amanhecer e ao maior tempo de pastejo diurno.

*Palavras-chave:* antimicrobianos, alto concentrado, promotores de crescimento.

## ABSTRACT

**The objectives were:** **Chapter 1** – Write a literature review on the benefits, challenges and opportunities of intensive finishing on pasture and the use of ionophore antibiotics and functional oils as additives in ruminant nutrition; **Chapter 2** – Evaluate the replacement of the ionophore antibiotics Monensina and Narasin by a blend of functional oils based on cashew and castor oil on the performance of heifers (*Bos indicus*) fed a diet with high concentrate content in intensive finishing on pasture; **Chapter 3** – Evaluate the replacement of the ionophore antibiotics Monensin and Narasin by a blend of functional oils based on cashew and castor oil on the diurnal behavior of heifers (*Bos indicus*) fed a diet with high concentrated content in intensive finishing on pasture. **Material and Methods: Chapters 2 and 3** - Twenty-seven Nelore heifers were used, with a mean age of 18 months and initial body weight (BW)  $294.2 \pm 16.5$  kg. Three food additives were evaluated, namely: two ionophore antibiotics - Monensin (with inclusion of 25 mg/kg of DM concentrate) and Narasin (with inclusion of 13 mg/kg of DM concentrate); and a blend of functional oils (OF) based on cashew and castor oil (including 500 mg/kg of concentrate DM); **Chapter 2** - Concentrate intake, performance, body development, fat finish, yield and carcass weight were analyzed; **Chapter 3** – The following behavioral activities were analyzed: standing time (ST), lying time (LT), walking time (WT), grazing time (GT), time eating in the trough (TT), time drinking water (TW), number of visits in the trough (NVT) and total time eating (TE<sub>tot</sub>), total time in activity (TA<sub>tot</sub>) were calculated. **Results: Chapter 2** - No significant effect was observed in the analyzed variables, presenting similar results. **Chapter 3** - The animals that received Monensin spent longer in the trough ( $P < 0.05$ ), followed by the OF and for less ( $P < 0.05$ ) time in the trough the animals that received Narasin. This shorter time in the trough observed with Narasin resulted in the longest ( $P < 0.05$ ) grazing time. The OF had a higher ( $P < 0.05$ ) number of visits in the trough compared to the other treatments. **Conclusion:** The blend of functional oils based on cashew and castor oils can be used to replace the ionophore antibiotics Monensin and Narasin. In the diurnal behavior, Narasina led the animals to start grazing at dawn and for a longer period of daytime grazing.

**Keywords:** antimicrobials, feed additives, high concentrate, natural substances.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Capítulo 1** – Revisão de literatura: Terminação intensiva de bovinos a pasto e uso de ionóforos e óleos funcionais em dietas de ruminantes.

<b>Figura 1.</b> Estrutura molecular da Monensina Na.....	30
<b>Figura 2.</b> Estrutura molecular da Narasina.....	32
<b>Figura 3.</b> Componentes do LCCC.....	36
<b>Figura 4.</b> Estrutura química do ácido ricinoleico.....	36

**Capítulo 2** – Efeitos da substituição de ionóforos por óleos funcionais no desempenho de novilhas nelore recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto.

<b>Figura 1.</b> Médias de precipitação e temperatura ambiente durante o período experimental em Anastácio – MS (2019).....	49
<b>Figura 2.</b> Consumo médio diário de concentrado (kg/d) e erros padrões das médias de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares, avaliadas dentro de cada mês do experimento.....	56
<b>Figura 3.</b> Análise de correspondência das medidas biométricas e aditivos alimentares de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado.....	58

**Capítulo 3** – Efeitos de ionóforos e óleos funcionais no comportamento diurno de novilhas nelore recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto

<b>Figura 1.</b> Médias de precipitação e temperatura ambiente durante o período experimental em Anastácio – MS (2019).....	73
<b>Figura 2.</b> Demarcação de animais para avaliação comportamental.....	75
<b>Figura 3.</b> Distribuição da primeira (eixo y) e a segunda (eixo x) variáveis canônicas do comportamento de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares.....	79
<b>Figura 4.</b> Efeito dos aditivos alimentares na quantidade de visitas das novilhas Nelore ao cocho (número médio de visitas ao cocho/animal/hora) (Figura 1A) e visitas cumulativas das novilhas Nelore ao cocho (Figura 1B) ao longo do dia.....	80

## LISTA DE TABELAS

**Capítulo 1** – Revisão de literatura: Terminação intensiva de bovinos a pasto e uso de ionóforos e óleos funcionais em dietas de ruminantes.

**Tabela 1.** Bactérias resistentes ou sensíveis a Monensina Na e seus respectivos produtos de fermentação..... 31

**Tabela 2.** Composição do líquido da casca da castanha de caju (LCCC) natural e técnico..... 36

**Capítulo 2** – Efeitos da substituição de ionóforos por óleos funcionais no desempenho de novilhas nelore em terminação intensiva a pasto.

**Tabela 1.** Peso corporal inicial (PC) e medidas biométricas iniciais de novilhas em pastejo recebendo uma dieta de alto grão com diferentes tipos de aditivos alimentares..... 52

**Tabela 2.** Disponibilidade de matéria seca por hectare, composição química e concentração energética do pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos meses do experimento a campo..... 54

**Tabela 3.** Composição química e concentração energética do concentrado utilizado no experimento..... 55

**Tabela 4.** Desempenho e características de carcaça de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares..... 57

**Tabela 5.** Desenvolvimento corporal de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares..... 57

**Capítulo 3** – Efeitos de ionóforos e óleos funcionais no comportamento diurno de novilhas nelore recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto

**Tabela 1.** Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental diurna por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos..... 78

<b>Tabela 2.</b> Distância quadrática e valor- <i>P</i> da distância de Mahalanobis para a distância quadrática das primeira e segunda variáveis canônicas do comportamento diurno de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares.....	80
<b>Tabela 3.</b> Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental no período matutino por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos.....	83
<b>Tabela 4.</b> Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental no período vespertino por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos.....	84
<b>Tabela 5.</b> Correlação de Pearson entre o comportamento diurno e o ganho médio diário (GMD) novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares.....	85

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGV	Ácidos graxos voláteis	mg	Miligramas	
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta	MIC	Concentração mínima	inibitória
ATP	Adenosina trifosfato	MS	Matéria seca	
ATIVtot	Atividade total	min	Minutos	
CH <sub>4</sub>	Metano	MB	Medidas biométricas	
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais	Na	Sódio	
CMS	Consumo de matéria seca	NVC	Número de visitas no cocho	
CO <sub>2</sub>	Carbono	NNP	Nitrogênio não proteico	
CONCEA	Conselho Nacional de Controle Experimental	OF	Óleos funcionais	
COMtot	Comendo total	pH	Potencial de hidrogeniônico	
Cm	Centímetros	PC	Peso corporal	
ECA	Eficiência de conversão alimentar	ppm	Partes por milhão	
G	Gramas			
GMD	Ganho médio diário	TE	Tempo em pé	
H	Horas	TA	Tempo andando	
Há	Hectare	TD	Tempo deitado	
Kg	Quilograma	TP	Tempo pastejando	
K	Potássio	TB	Tempo bebendo água	
LCCC	Líquido da casca da castanha do caju	TC	Tempo no cocho	
M	Metros	TOT	Tempo em ócio total	

## Sumário

INTRODUÇÃO GERAL .....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA: TERMINAÇÃO INTENSIVA DE BOVINOS A PASTO E USO DE IONÓFOROS E ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE RUMINANTES.....	24
Estratégias, desafios e recomendações da terminação intensiva a pasto .....	27
Aditivos alimentares: conceitos, históricos, recomendações e limitações do uso dos antibióticos ionóforos na alimentação de ruminantes .....	29
Utilização de óleos funcionais na nutrição de ruminantes.....	34
Referências Bibliográficas .....	37
CAPÍTULO 2 – EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE IONÓFOROS POR ÓLEOS FUNCIONAIS NO DESEMPENHO DE NOVILHAS NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO. ....	44
Resumo .....	46
1. Introdução .....	47
2. Material e métodos .....	48
2.1 <i>Local do experimento de campo</i> .....	48
2.2 <i>Animais, tratamentos e dieta utilizada</i> .....	49
2.3 <i>Coleta de dados</i> .....	50
2.4 <i>Análises laboratoriais</i> .....	53
2.5 <i>Análises estatísticas</i> .....	55
3. Resultados.....	56
4. Discussão .....	59
5. Conclusões .....	63
Referências .....	64
CAPÍTULO 3 – EFEITOS DE IONÓFOROS E OLÉOS FUNCIONAIS NO COMPORTAMENTO DIURNO DE NOVILHAS NELORE RECEBENDO UMA DIETA COM ALTO TEOR DE CONCENTRADO EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO..	69
1. Introdução .....	72
2. Material e Métodos .....	73

2.1 <i>Local do experimento de campo</i> .....	73
2.2 <i>Animais, tratamentos e dieta utilizados</i> .....	74
2.3 <i>Coleta de dados</i> .....	75
2.4 <i>Análises estatísticas</i> .....	76
3. Resultados .....	77
4. Discussão .....	85
5. Conclusão .....	90
Referências .....	91

## INTRODUÇÃO GERAL

Os sistemas de pastejo, confinamento e semiconfinamento são as principais estratégias para otimizar a produção de bovinos de corte. O sistema de pastejo se destaca no Brasil, devido aos fatores edafoclimáticos que favorecem a produção de forrageiras tropicais, implicando em menores custos de produção (Euclides et al., 2014). No entanto, nesse sistema de produção a pasto, os bovinos podem ingerir pouca energia e apresentar baixo desempenho, principalmente na fase de terminação, elevando a idade ao abate e prejudicando o acabamento de carcaça (Resende et al., 2014).

De fato, a sazonalidade da produção forrageira resulta na variação da oferta e qualidade da forragem, assim, sugere-se estratégias de diferentes níveis de suplementação aos animais em pastejo no período chuvoso (maior oferta de forragem) e no período seco (baixa oferta de forragem), e/ou adotar os sistemas de semiconfinamento ou confinamento a pasto, que são sistemas em que se pode elevar os níveis de suplementação em até 2% do peso corporal (Resende et al., 2014).

O confinamento a pasto é uma estratégia para a terminação intensiva de bovinos, em que os animais recebem suplemento concentrado proteico-energético em 2% do PC e, neste sistema, o pasto passa a ser estrategicamente somente fonte de substrato fibroso, e não como fonte principal de nutrientes (Siqueira et al., 2014). O uso dessa estratégia reduz o ciclo de produção, reduz a idade média ao abate e permite obter maior acabamento de carcaça, atendendo às exigências de mercado. Além disso, otimiza a utilização sustentável de recursos naturais, especialmente a terra. Contudo, há poucos estudos relacionados a esse sistema, por exemplo, sobre a inclusão e níveis dos aditivos alimentares (Resende et al., 2014).

Os aditivos alimentares são substâncias (antibióticas ou não) melhoradoras de desempenho animal, que atuam na modulação da fermentação ruminal, reduzindo a produção de gases indesejáveis (metano) e aumentando a eficiência alimentar. Além disso, esses aditivos reduzem a incidência de distúrbios metabólicos, que são riscos inerentes da suplementação de alto teor de concentrado (Stella, 2017).

Em 2006, a União Europeia estabeleceu a proibição de uso de antibióticos (como a Monensina Sódica) na alimentação de ruminantes. A hipótese levantada foi que os antibióticos utilizados podem gerar microrganismos resistentes aos antibióticos terapêuticos, podendo representar risco à saúde humana (Barton, 2000; Durmic e Blache,

2012). Portanto, para atender à legislação do mercado externo, novos estudos vêm sendo desenvolvidos com a utilização dos aditivos naturais alternativos.

Os aditivos naturais compostos por óleos essenciais e ou funcionais são substâncias que apresentam a funcionalidade de ação antimicrobiana, anti-inflamatória, imunomoduladora e antioxidante. Além disso, contribuem para a atenuação da emissão de metano decorrente aos seus efeitos diretos na metanogênese, nos protozoários, na fermentação e na digestão dos alimentos (Patra e Saxena, 2010; Cobellis et al., 2016).

Dessa forma, com base na problemática relatada, objetivou-se com esta tese: **Capítulo 1** – Escrever uma revisão de literatura sobre benefícios, desafios e oportunidades da terminação intensiva a pasto e da utilização dos antibióticos ionóforos e óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes; **Capítulo 2** – Avaliar a substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona no desempenho de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto; **Capítulo 3** – Avaliar a substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona sobre o comportamento diurno de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTON, M.D. Antibiotic use in animal feed and its impact in human health. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 279-299, 2000.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; MARCOTULLIO, M.C.; YU, Z. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 25–36, 2016.

DURMIC, Z.; BLACHE, D. Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, p. 150–162, 2012.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; NANTES, N.N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v. 61, p. 808-818, 2014.

PATRA, A.K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in ruminants. **Phytochemistry**, London, v. 71, p. 1198-1222, 2010.

RESENDE, F.D.; MORETTI, M.H.; NETO, J.A.A.; LIMA, B.S.; SIQUEIRA, G.R. Nível de oferta de suplemento na terminação de bovinos a pasto. VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. 2014.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; MORETTI, M.H. Terminação de bovinos inteiros em pastagens. APTA regional. *Pesquisa & Tecnologia*, v.11, 2014.

STELLA, L. A. **Compostos de plantas como moduladores da fermentação ruminal em ovinos recebendo dieta com alto teor de concentrado**. 2017. 117 f. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

**CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA: TERMINAÇÃO INTENSIVA DE BOVINOS A PASTO E USO DE IONÓFOROS E ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE RUMINANTES.**

A revisão de literatura a seguir está redigida de acordo com as normas para publicação no periódico *PUBVET*.

## **Terminação intensiva de bovinos a pasto e uso de ionóforos e óleos funcionais em dietas de ruminantes**

**Alex Coene Fleitas<sup>1\*</sup>, Henrique Jorge Fernandes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aluno de doutorado do programa de pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAME. Campo Grande –MS Brasil. E-mail: [alex.c.fleitas@gmail.com](mailto:alex.c.fleitas@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor do programa de pós-graduação em Ciência Animal Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande – MS Brasil. E-mail: [henrique.uems@hotmail.com](mailto:henrique.uems@hotmail.com)

\*Autor para correspondência

**Resumo.** Objetivou-se escrever uma revisão de literatura sobre os benefícios, desafios e oportunidades da terminação intensiva a pasto e da utilização dos antibióticos ionóforos e óleos funcionais como aditivos na alimentação de ruminantes. Os objetivos do setor pecuário são investir em novas tecnologias e terminar animais em menores tempos, em menores áreas e manter a qualidade da carne produzida. Atualmente, a estratégia da terminação intensiva a pasto permite adotar novas tecnologias, como a utilização de alto teor de concentrado em até 2% de peso corporal e uso de antibióticos melhoradores de desempenho. Esses antibióticos atuam no equilíbrio do pH ruminal, melhora o aproveitamento da fibra, reduz o desperdício de aminoácidos pela fermentação, melhora a eficiência de produção de energia e reduz a produção de metano, assim esses aditivos melhoram o desempenho dos animais. No entanto, esses antibióticos ionóforos vem sofrendo proibições pela União Europeia, com objetivo de possíveis riscos à saúde humana. Assim estudos com óleos naturais vem crescendo e diversos estudos são realizados para aumentar a consistência de dados. Conclui-se que literatura mostra a eficiência do uso dos óleos funcionais como melhoradores de desempenho, possibilitando possível substituição aos antibióticos promotores de crescimento. A estratégia de terminação intensiva a pasto é viável para o sistema produtivo, pois pode-se intensificar a engorda de bovinos a pasto com alta inclusão de concentrado na dieta.

**Palavras-chave:** alto concentrado, monensina sódica, narasina, substâncias naturais

### ***Termination of cattle on pasture and use of ionophores and functional oils in ruminant diets***

**Abstract.** The objective was to write a literature review on the benefits, challenges and opportunities of intensive finishing on pasture and the use of ionophore antibiotics and functional oils as additives in ruminant feed. The objectives of the livestock sector are to invest in new technologies and finish animals in shorter times, in smaller areas and maintain the quality of the meat produced. Currently, the strategy of intensive finishing on pasture allows the adoption of new technologies, such as the use of high concentrate content in up to 2% of body weight and the use of performance-enhancing antibiotics. These antibiotics act to balance ruminal pH, improve fiber utilization, reduce amino acid waste by fermentation, improve energy production efficiency and reduce methane production, so these additives improve animal performance. However, these ionophore antibiotics have been banned by the European Union, aiming at possible risks to human health. Thus, studies with natural oils have been growing and several studies are carried out to increase data consistency. It is concluded that the

literature shows the efficiency of using functional oils as performance enhancers, enabling a possible replacement to growth-promoting antibiotics. The intensive finishing strategy on pasture is viable for the productive system, as it is possible to intensify the fattening of cattle on pasture with high inclusion of concentrate in the diet.

**Keywords:** high concentrate, natural substances, monensin sodium, narasin

### ***Acabado intensivo de bovinos en pasto y uso de ionóforos y aceites funcionales en dietas de rumiantes***

**Resumen.** El objetivo fue escribir una revisión de la literatura sobre los beneficios, desafíos y oportunidades del acabado intensivo en pastos y el uso de antibióticos ionóforos y aceites funcionales como aditivos en la alimentación de rumiantes. Los objetivos del sector ganadero son invertir en nuevas tecnologías y terminar animales en tiempos más cortos, en áreas más pequeñas y mantener la calidad de la carne producida. Actualmente, la estrategia de acabado intensivo de pastos permite la adopción de nuevas tecnologías, como el uso de alto contenido de concentrado hasta en un 2% del peso corporal y el uso de antibióticos potenciadores del rendimiento. Estos antibióticos actúan para equilibrar el pH ruminal, mejorar la utilización de fibra, reducir el desperdicio de aminoácidos por fermentación, mejorar la eficiencia de la producción de energía y reducir la producción de metano, por lo que estos aditivos mejoran el rendimiento animal. Sin embargo, estos antibióticos ionóforos han sido prohibidos por la Unión Europea, apuntando a posibles riesgos para la salud humana. Así, los estudios con aceites naturales han ido creciendo y se están realizando varios estudios para aumentar la consistencia de los datos. Se concluye que la literatura muestra la eficacia de utilizar aceites funcionales como potenciadores del rendimiento, lo que permite un posible reemplazo de antibióticos promotores del crecimiento. La estrategia de terminación intensiva en pasto es viable para el sistema productivo, ya que es posible intensificar el engorde de ganado en pasto con alta inclusión de concentrado en la dieta.

**Palabras-clave:** alto concentrado, sustancias naturales, monensina sódica, narasina

## **Introdução**

A suplementação com concentrado para bovinos em pastejo em sistema de confinamento a pasto, é uma tecnologia que permite aumentar a taxa de lotação, potencializar o fornecimento de energia (por meio de grãos), reduzir o ciclo de produção, obter maior acabamento de gordura e assim atender as exigências dos frigoríficos, produzindo carne de qualidade (Reis et al., 2009; Siqueira et al., 2014). No entanto, são necessários mais estudos para essa estratégia nutricional, como quais aditivos alimentares poderiam ser utilizados e quais as respostas.

O uso de aditivos alimentares, como promotores de crescimento, é uma tecnologia bastante utilizada na nutrição de ruminantes, e os mais usados são os antibióticos ionóforos que atuam como moduladores de fermentação ruminal, essa modulação melhora a saúde ruminal mantendo o pH adequado e com isso melhora o aproveitamento da fibra, reduz a perda de aminoácidos pela fermentação, melhora a eficiência de produção de energia (maior produção de ácidos graxos de cadeia curta) e reduz a produção de metano (Nicodemo, 2001; Page, 2003).

No entanto, o uso dos antibióticos está proibido por órgãos de saúde internacional, devido ao risco que esses antimicrobianos podem refletir na saúde humana decorrente da resistência bacteriana (Casewell et al., 2003; Evans et al., 2005). Assim, a pesquisa deve buscar alternativas naturais ao uso de antibióticos ionóforos, como os óleos essenciais e funcionais (Goes et al., 2005; Benchaar et al., 2006). Portanto, objetivou-se escrever uma revisão de literatura sobre benefícios, desafios e oportunidades da terminação intensiva a pasto e da utilização dos antibióticos ionóforos e óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes.

### **Estratégias, desafios e recomendações da terminação intensiva a pasto**

A produção de bovinos de corte no país vem se intensificando anualmente, com a meta de produzir carne de qualidade e em quantidade para expandir as exportações. Os objetivos do setor pecuário são investir em novas tecnologias e terminar animais em idades mais jovens, em áreas menores e manter a qualidade da carne produzida. O uso de grãos e outros ingredientes concentrados na dieta de bovinos permite alcançar esses objetivos (Oliveira e Millen, 2014).

A recomendação tradicional para a pecuária de ciclo curto é a recria de animais a pasto e após a recria os animais serem terminados em confinamento, explorando o máximo do seu ganho de peso e produção de carcaça. Isso porque, se os animais forem terminados a pasto no período seco, não atingirão o ganho de peso e o acabamento de carcaça desejados para o abate, e, mesmo prolongando-se o tempo até o abate visando alcançar maior peso o acabamento de carcaça será inferior se comparado com animais confinados. Isso acontece devido ao baixo teor de energia da dieta dos animais alimentados exclusivamente de pasto e suplemento (Siqueira et al., 2014).

Para se obter sucesso na terminação intensiva a pasto, é necessário compreender a fisiologia de crescimento dos animais, visando a melhor estratégia da formulação da dieta. Pensando nisso, é interessante compreender que o crescimento animal é dinâmico e existem limitações nutricionais inerentes aos sistemas de produção a pasto. Contudo, é necessário adequar a disponibilidade de nutrientes às exigências dos animais nas diversas fases do crescimento, no entanto, os desafios são maiores nas fases de recria e terminação, em relação à deposição de tecidos no corpo do animal, momento que a taxa de ganho de peso começa a declinar, afetando diretamente as exigências nutricionais (Fernandes et al.,

2005). Quando o animal se aproxima da puberdade é o momento em que se inicia a fase de terminação, pois ocorre o aumento da deposição de tecido adiposo e diminuição da deposição de tecido muscular (Oliveira e Millen, 2014; Siqueira et al., 2014). Isso acarretará o aumento da exigência de energia para ganho, uma vez que a deposição de tecido adiposo é menos eficiente por unidade de massa em relação ao tecido muscular (Fernandes et al., 2005; De Freitas et al., 2006).

Estrategicamente, na terminação intensiva a pasto as limitações nutricionais da forragem passam a ser superadas devido a inclusão de concentrado, com a presença de alto amido e nutrientes digestíveis, que atendem as exigências nutricionais de acordo com a fisiologia do crescimento animal e possibilita antecipar o abate. Nesse sistema, a oferta de forragem tem a função somente de manter as condições ideais para o ambiente ruminal (Resende et al., 2014).

As vantagens da terminação intensiva a pasto são a facilidade de se ajustar o sistema na estrutura da propriedade; desocupação de áreas de pastagens para pastejo de categorias de menor exigência; formação de lotes homogêneos; ajuste do fornecimento de suplemento conforme à demanda energética, que resultará em maior acabamento e deposição de gordura; e a utilização de volumoso já existente na área, com o pasto disponível, tornando a logística operacional mais simples e barata do que o confinamento tradicional, que exige o fornecimento de volumoso no cocho (Siqueira et al., 2014). Recomenda-se também o pasto diferido para a terminação intensiva, assim garante boa oferta de forragem e é um ponto estratégico no período seco do ano (Resende et al., 2014).

Alguns estudos mostraram que o rendimento do ganho foi superior para os animais terminados a pasto em comparação com o confinamento tradicional, 776 g vs. 663 g de carcaça/kg de peso corporal, respectivamente (Moretti et al., 2013). Resultado semelhante também foi relatado por Siqueira et al. (2014), que verificaram que os animais a pasto apresentaram maior rendimento do ganho, produzindo 135 g de carcaça/kg de peso corporal a mais que os animais mantidos no confinamento tradicional. Os autores também observaram que a terminação intensiva a pasto proporcionou ganho de peso médio de 1,2 kg/dia e peso médio de abate de 21 arrobas. Os autores ainda concluíram que a principal diferença entre os sistemas de terminação é a superioridade de ganho de carcaça na terminação intensiva a pasto. A melhor conformação de carcaça em dietas de alto concentrado é resultado do aumento no teor de propionato, o que resulta em maior quantidade de insulina melhorando a síntese proteína e gordura, além de contribuir para a deposição dos mesmo em nível tecidual (Mandarino et al., 2013).

Assim, as dietas com alto concentrado é uma estratégia utilizada na terminação para melhorar o desempenho dos bovinos, encurtar o ciclo produtivo e garantir maior uniformidade e rendimento de carcaça. Para ser definida como dieta de alto concentrado a inclusão de volumoso deve ser mínima ou até mesmo inexistente, com o concentrado fornecendo todos os nutrientes aumentando a eficiência alimentar e o consumo de matéria seca. Contudo, vale ressaltar que dietas com alto concentrado são desafiadoras para os processos de fermentação ruminal, devido à alta inclusão de amido na dieta, e conseqüentemente, essa alta inclusão pode causar uma desordem fermentativa acarretando distúrbios metabólicos.

Em dietas com elevadas quantidades de amido ou carboidratos não estruturais, levam a queda brusca do pH ruminal (abaixo de 5,5) provocado pelo acúmulo excessivo de lactato e outros AGV no rúmen. Nessa situação, o ecossistema ruminal é alterado, e a população de bactérias degradadoras de fibra (celulolíticas) é reduzida e há um aumento na população das bactérias amilolíticas (como a *Streptococcus bovis*), que conseqüentemente elevam a síntese de lactato, o que resultará na acidose ruminal, podendo ser clínica ou sub-clínica

(Antunes e Rodriguez, 2011). Essa alteração no ambiente ruminal resulta ainda em modificações na sua motilidade e morfologia da parede ruminal associada a redução no consumo de matéria seca e ingestão de energia, que reflete no desempenho do animal (Oliveira e Millen, 2014).

Sendo assim, a manipulação da fermentação ruminal se faz necessária para minimizar o desperdício da energia dietética nos processos fermentativos e para evitar distúrbios metabólicos, que podem gerar consequências indesejadas na produção animal. É nessas situações que a inclusão de aditivos alimentares na dieta de ruminantes é oportuna, pois atuam sobre a microbiota ruminal, modulam a fermentação e otimizam a eficiência de utilização da energia dietética.

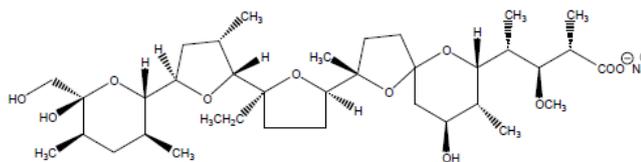
### **Aditivos alimentares: conceitos, históricos, recomendações e limitações do uso dos antibióticos ionóforos na alimentação de ruminantes**

Os aditivos alimentares mais utilizados em ruminantes são classificados como antibióticos (ionóforos e não-ionóforos), aditivos microbianos (Probióticos, Prebióticos e Leveduras) e os óleos extraídos de plantas (Essenciais e Funcionais). Dentre esses aditivos, os antibióticos são os mais utilizados na produção intensiva de bovinos de corte, como melhoradores de desempenho, em todo o mundo.

Os antibióticos são utilizados na produção animal com três finalidades básicas (Shahani e Whalen, 1986): uso terapêutico (tratar doenças e infecções), uso profilático (prevenir doenças em animais sadios) e promotor de crescimento (aumentar a taxa de crescimento e a eficiência alimentar de animais de produção). Para as diferentes finalidades, o que difere é a concentração e o tempo de exposição do animal ao produto antimicrobiano. Por exemplo, para o tratamento terapêutico, os animais recebem doses elevadas do antimicrobiano (de 200 a 500 g/tonelada de alimento), mas por pouco tempo. Já para finalidade de promotor de crescimento as concentrações são menores, cerca de 1 a 50 g/tonelada de alimento, porém por um tempo maior (Shahani e Whalen, 1986).

Os efeitos como promotores de crescimento dos antibióticos foram descobertos por acaso na década de 1940, como nos estudos de Harned et al. (1946), que demonstraram que a Clortetraciclina promoveu um aumento no ganho de peso de frangos, porém, o objetivo do estudo era avaliar as características farmacológicas do antibiótico (absorção, excreção, níveis sanguíneos, toxicidade e entre outras funções) (Page, 2003). Outro estudo, de Moore et al. (1946), também descobriu o efeito promotor de crescimento dos antibióticos ao estudar os efeitos farmacológicos de três substâncias com capacidade de esterilização do trato intestinal de aves. Esses resultados despertaram interesse e na década de 70 que começaram os estudos com os antibióticos ionóforos na nutrição de ruminantes (Nicodemo, 2001).

A Monensina Na é um antibiótico ionóforo descoberto em 1967, com a seguinte fórmula molecular:  $C_{36}H_{61}NaO_{11}$  (Figura 1), e é produzida pela bactéria *Streptomyces cinnamomensis*, e por apresentar excelentes resultados como promotor de crescimento é o aditivo alimentar mais utilizado na alimentação de ruminantes.



**Figura 1.** Estrutura molecular da Monensina Na (Page, 2003).

Seguindo o padrão de uso australiano de ionóforos de poliéter a recomendação de uso da Monensina é de 11 a 33 ppm/kg de MS (Page, 2003). No Brasil, a recomendação máxima de Monensina é de 30 ppm, e estrategicamente essas doses podem aumentar para restringir o consumo (Melo et al., 2018). Os animais devem ser submetidos a adaptação das doses de Monensina no consumo e deve-se seguir sempre a recomendação do fabricante.

Para animais em confinamento, recomenda-se inicialmente cerca de 5 a 10 g de Monensina/tonelada de alimento e depois da adaptação dos animais pode incluir de 25 a 30 g/ tonelada (Oliveira et al., 2005). Para animais em pastejo, deve-se tomar cuidado com a inclusão da Monensina no sal mineral, em virtude da presença de sódio (Na) contido na formulação do mineral, que pode reduzir ou até mesmo restringir o consumo e o aproveitamento da matéria seca oriunda do pasto. Então, deve-se fornecer juntamente com o suplemento proteico-energético as quantidades de 50 a 100 mg de Monensina/cabeça/dia na adaptação e, após, fornecer 200 mg em 450 g de suplemento (Oliveira et al., 2005).

De modo geral, todos os ionóforos apresentam o mesmo mecanismo de ação e são conhecidos como carregadores de íons, pois transportam íons através da membrana celular. Os ionóforos atuam sobre a permeabilidade da membrana e alteram o fluxo iônico, provocando a entrada de cátions ( $\text{Na}^+$  e  $\text{H}^+$ ) e saída de  $\text{K}^+$  da célula, isso provoca alteração na concentração de íons  $\text{H}^+$  e reduz o pH do citoplasma da célula bacteriana (Marino e Medeiros, 2015). Devido a este desbalanço osmoelétrico, a célula tenta normalizar o pH intracelular havendo gasto excessivo de energia na forma de ATP, levando a inibição do crescimento bacteriano.

Os ionóforos atuam, principalmente, em bactérias Gram-positivas (que são produtoras de acetato, butirato e lactato – Tabela 1) por apresentarem um invólucro celular simples, com fácil entrada de íons. Já em bactérias Gram-negativas, que possuem uma camada dupla na estrutura celular (composta por parede e membrana celular), que impede o carregamento de íons intracelular, favorecendo o crescimento bacteriano e a eficiência energética, em decorrência do aumento da produção de propionato e succinato (Geron et al., 2013).

**Tabela 1.** Bactérias resistentes ou sensíveis a Monensina Na e seus respectivos produtos de fermentação.

<b>Gênero de bactérias</b>	<b>Produtos da fermentação</b>	<b>Resistência</b>
<i>Butyrivibrio</i>	Acetato e butirato	Não
<i>Fibrobacter</i>	Acetato	Não
<i>Lachnospira</i>	Acetato	Não
<i>Lactobacillus</i>	Lactato	Não
<i>Methanobacterium</i>	Acetato e metano	Não
<i>Methanosarcina</i>	Metano	Não
<i>Ruminococcus</i>	Acetato	Não
<i>Streptococcus</i>	Lactato	Não
<i>Bacteróides</i>	Acetato e propionato	Sim
<i>Megasphera</i>	Propionato e acetato	Sim
<i>Selenomonas</i>	Propionato	Sim
<i>Seccinimonas</i>	Succinato	Sim
<i>Succinivibrio</i>	Succinato	Sim
<i>Veillonella</i>	Propionato	Sim

Fonte: Morais et al. (2011).

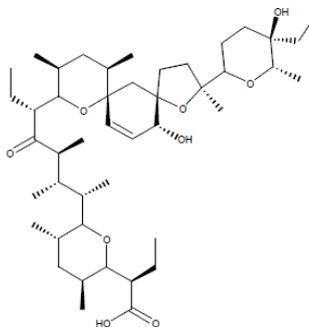
Decorrente da ação seletiva da Monensina, há uma modulação nos padrões de fermentação ruminal, o que otimiza a eficiência energética, principalmente, em função da maximização da produção de propionato, da atenuação da relação acetato/propionato, diminuição da produção de metano, redução da produção de lactato e diminuição nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen (McGuffey et al., 2001; Rangel et al., 2008). Dessa forma, além da melhoria da eficiência energética, a diminuição da degradação de proteína verdadeira no rúmen, implica em maior escape de aminoácidos da dieta para o intestino delgado onde serão absorvidos (Wedegaertener e Johnson, 1983; Bergen e Bates, 1984). Assim sendo, a Monensina torna-se uma opção para ser utilizada em dietas ricas em proteínas de elevado valor biológico melhorando o perfil de aminoácidos como lisina e metionina (Rangel et al., 2008).

Outro efeito interessante da Monensina é a diminuição da ingestão voluntária dos alimentos que pode chegar a 10,7%, e em condições de pastejo pode incrementar a ingestão em até 15% (Rogers e Davis, 1982). Essa diminuição na ingestão voluntária, possivelmente, ocorre em virtude do aumento do tempo de retenção da matéria seca a nível ruminal. Também pode-se considerar a possibilidade desse efeito ser devido à ação do ácido propiônico, que assume a função de regular a saciedade em ruminantes (Rogers e Davis, 1982). A Monensina reduz a taxa de passagem do alimento e aumenta a taxa de enchimento do rúmen, assim, as partículas do alimento permanecessem maior tempo no rúmen, e isso contribui para criação de um ambiente ruminal favorável, em termos de pH e crescimento microbiano, e conseqüentemente melhor digestibilidade da dieta (Russel e Strobel, 1989).

Em relação aos efeitos da Monensina no desempenho de bovinos, estudos de Duffield et al. (2012) mostraram que a Monensina utilizada no crescimento e terminação de bovinos de corte beneficiou a eficiência alimentar em 3,5%, aumentou o ganho médio diário em 2,5% e reduziu o consumo de matéria seca em aproximadamente 3%. Costa (2006) ao avaliar o efeito da Monensina sobre o desempenho de bovinos a pasto, também observou redução no consumo de matéria seca e ganho de peso de 0,627 kg/dia. Segundo Salman et al. (2006), essa redução no consumo de matéria seca proporcionada pela Monensina pode ser justificada pela redução na taxa de passagem do alimento no rúmen. Em geral, a resposta da Monensina no ganho médio diário e até mesmo no consumo de matéria seca vai depender de vários fatores como a qualidade da dieta. Bretschneider et al. (2008) e Duffield et al. (2012) concluíram que o fornecimento de forragem ou concentrado de melhor qualidade o efeito da Monensina é menor.

No comportamento ingestivo, Pereira et al. (2015) ao avaliar diferentes doses de Monensina (0, 9, 18, 27 e 36 ppm) em bovinos Nelore, o aumento progressivo das doses reduziu o tempo de ruminação, mas sem afetar o tempo de ócio e idas ao bebedouro. Mota (2019) ao estudar o comportamento ingestivo de novilhas com diferentes estratégias de suplementação no período das águas (suplementação mineral e suplementação proteica) com ou sem Monensina, verificou resposta diferentes entre o uso ou não do aditivo e o tipo de suplementação. No tempo de pastejo, o autor observou maior tempo de pastejo nas fêmeas que receberam a suplementação mineral com Monensina, já na suplementação proteica houve maior tempo de pastejo quando não utilizou o aditivo. O autor justificou tal diferença devido ao aumento da disponibilidade de proteína no intestino delgado e, conseqüentemente, menor degradação no rúmen (Bergen & Bates, 1984). Na suplementação proteica, a adição do aditivo proporcionou maior tempo de ruminação. Tal fato foi justificado pela maior retenção de forragem propiciada pela Monensina, influenciando positivamente na eficiência alimentar (Schelling, 1984; Zanine et al., 2006).

A Narasina é um antibiótico ionóforo produzido pela bactéria *Streptomyces aureofaciens*, com fórmula molecular de  $C_{43}H_{72}O_{11}$  (Figura 2), que foi descoberta no final da década de 70 e utilizada no controle de coccidiose em aves (Jeffers et al., 1988). No Brasil, seu uso na alimentação de bovinos sob pastejo foi aprovado em março de 2015 (Polizel et al., 2016). Atualmente, a Narasina é bastante utilizada na alimentação de bovinos, que apresentou bons resultados na melhor eficiência e conversão alimentar de bovinos confinados (Page, 2003), e por esse motivo é considerada como promotor de crescimento em bovinos de corte.



**Figura 2.** Estrutura molecular da Narasina (Page, 2003).

A recomendação de uso seguindo o sistema australiano de ionóforos de poliéter é de 5 a 13 ppm/kg de MS (Page, 2003). No Brasil, o Ministério da Agricultura Pecuária e

Abastecimento recomenda concentração máxima de 13 ppm, ou seja, as doses recomendadas são menores do que a Monensina, devido ao seu maior peso molecular.

A Narasina, com doses inferiores, em teste *in vitro* se mostrou mais eficiente que a Monensina e a Lasalocida na redução de lactato e no aumento da concentração de propionato (Nagaraja et al., 1987).

Estudos mostraram que a ação antimicrobiana da Narasina e a Salinomicina são mais eficientes no aumento da produção de ácido propiônico e na redução da relação acetato:propionato, quando comparados a Lasalocida e a Monensina, para animais confinados, o que corrobora o uso de doses de Narasina e Salinomicina aproximadamente três vezes inferiores em relação às doses dos ionóforos Lasalocida e Monensina (Dinusson et al., 1979; Potter et al., 1979; Merchen e Berger, 1985).

A Narasina, por ser um ionóforo, possui a capacidade de carregar íons para dentro da célula bacteriana e inibir o crescimento microbiano. Estudos de Berg e Hamill (1978), mostraram que a Narasina foi eficiente no controle de bactérias Gram-positivas, bactérias anaeróbicas e fungos, apresentando capacidade de controle populacional de microrganismos. Segundo Wong et al. (1977) a Narasina tem maior eficiência do que a Monensina em relação a inibição da ATPase mitocondrial, que é produzido pela célula bacteriana para manter o interior celular mais alcalino, assim alimentando o crescimento bacteriano (Nicodemo, 2001).

Silva et al. (2015), que analisaram a inclusão de 0,650 e 1300 mg de Narasina/kg em mistura mineral para novilhas Nelore alimentadas com Tifton 85 pré-secado, relataram que o aditivo não afetou o consumo do suplemento, não afetou o consumo de matéria seca e os animais que receberam 1300 mg de Narasina/ kg de mistura mineral aumentaram em 19,75% de ganho médio diário.

Gobato et al. (2017) também realizaram estudos com a inclusão de 1300 mg de Narasina/kg em mistura mineral para novilhas recebendo dietas com elevado teor de concentrado. Nesse estudo, foi registrado consumo médio de 10,6 mg de Narasina/kg de MS total e ausência de limitação de consumo do suplemento mineral e de matéria seca. Concomitantemente, não foi observado efeito no ganho médio diário, mas foi relatado um aumento de 8,5% de eficiência alimentar com a inclusão de Narasina.

Comparando os efeitos de Monensina (25 mg/kg de MS) com os efeitos de Narasina (10 ou 20 mg/kg de MS) nos parâmetros de fermentação ruminal no período de adaptação a dieta em bovinos alimentados com 90% de concentrado, Polizel et al. (2017a), não observaram alteração na proporção de acetato, propionato e butirato no período de adaptação, no entanto, foi observado maior pH ruminal nos animais que receberam 25 mg/kg de MS de Monensina e 20 mg/kg de MS de Narasina em relação aos animais que receberam tratamento controle ou 10 mg/kg de MS de Narasina. Os autores recomendaram essas maiores doses para adaptação da dieta, pois foram capazes de manter o pH elevado mesmo com a mudança brusca da dieta, assim prevenindo doenças metabólicas. Apesar do potencial, ainda há poucos estudos sobre a Narasina, que pode ser mais amplamente utilizado e, até então, não foi encontrado na literatura uma recomendação consistente de Narasina para bovinos confinados e em sistema de terminação intensiva a pasto.

Outras concentrações de Narasina também foram avaliadas por Polizel et al. (2017b) que testaram as doses de 0, 71,5 e 110 mg/dia de Narasina ofertada por meio de mistura mineral para bezerros recém desmamados. O sistema de manejo adotado nesse experimento foi de pastejo rotacionado, com piquetes de 1 hectare cada, com pasto de *Brachiaria brizantha*, por 84 dias. Os resultados observados foram que a Narasina não modificou o consumo de suplemento mineral e houve maior ganho de peso, com aumentos de 16,6% e 18,6% respectivamente, com as doses 71,5 e 110 mg/dia. O ganho médio diário

registrado foi 0,493, 0,575 e 0,585 kg/d para os tratamentos 0, 71,5 e 110 mg/dia de Narasina, respectivamente.

Apesar dos excelentes resultados dos ionóforos na produção animal, há algumas restrições de uso na nutrição de ruminantes, que visam hipóteses de resistência bacteriana que podem afetar a saúde humana. Foi observado na década de 90, na Dinamarca, uma resistência cruzada entre os antibióticos Avoparcina (promotor de crescimento) e à Vancomicina (antibiótico usado na saúde humana para tratamento contra infecções hospitalares causadas por bactérias Gram-positivas) em bactérias *Enterococcus faecium* (Aarestrup, 1998).

Visando esse contexto e considerando que o rúmen contém populações de bactérias patogênicas, como a *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes* e *Mycobacterium paratuberculosis* (Wiedemann et al., 1996; Bean et al., 1997), são microrganismos que podem ser prejudiciais à saúde humana, pois causam doenças como intoxicação alimentar, infecção urinária, meningite, entre outras (Evans et al., 2005).

Por decorrência desse efeito cruzado entre os promotores de crescimento da classe dos antibióticos e os antibióticos utilizados na medicina humana, a União Europeia banuiu esta utilização em animais de produção (Casewell et al., 2003). Seguindo os mesmos passos, a Dinamarca proibiu 54% dos antibióticos usados como aditivos alimentares na produção animal e na Suécia foi reduzido 62% (Wegener, 2003).

A restrição do uso dos antibióticos promotores de crescimento afetou diretamente todo o mercado mundial, e conseqüentemente o Brasil, que é um dos maiores exportadores de carne do mundo. Por conta disso, a legislação brasileira proibiu alguns antimicrobianos (Brasil, 2004): a Clortetraciclina (Portaria 159 de 23/06/92); Oxitetraciclina e Penicilina (Portaria 159 de 23/06/92); Sulfanamidas sistêmicas (Portaria 159 de 23/06/92); Clorafenicol (Portaria nº 259/92); Avoparcina (uso suspenso a partir de 08/06/98); Furazolidona (Portaria nº 448/98); Nitrofurazona (Portaria nº 448/98). Atualmente, o uso dos antimicrobianos Tilosina, Lincomicina e Tiamulina está proibido em todo território brasileiro (Instrução normativa nº 1, de 13 de janeiro de 2020).

O uso da Monensina Na, Narasina e Salinomicina estão permitidos no Brasil, como promotores de crescimento, pois não há estudos que provam resistência bacteriana com o uso desses antibióticos (Duffield et al., 2008; Mapa, 2015). Diante dessas proibições e considerando proibições futuras vêm crescendo os estudos com substâncias naturais para substituir os antibióticos promotores de crescimento (Goes et al., 2005).

### **Utilização de óleos funcionais na nutrição de ruminantes**

Atualmente existem diversos metabólitos de plantas com atividade antimicrobiana que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Dentre eles, os compostos secundários mais utilizados como moduladores de fermentação ruminal são os taninos, saponinas e óleos essenciais e funcionais (Patra e Saxena, 2010). O conceito aplicado aos óleos é que nem todos os óleos funcionais são essenciais e todos os óleos essenciais são funcionais.

Os óleos essenciais possuem características de essencialidade das substâncias aromáticas, são extraídos de essências e especiarias (como o óleo de alecrim, tomilho, canela, cravo, limão, baunilha, orégano, pimenta, etc). Já os óleos funcionais são aqueles extraídos do óleo de caju (cardol e cardanol), óleo de manona (rícinol) ou óleo de coco (rico em ácidos de cadeia média). Esses óleos além de serem essenciais (possui aroma) são funcionais, pois proporcionam benefícios a saúde animal, que são constituídos por triglicerídeos, com grandes quantidades de ácidos graxos insaturados, e por esse motivo

tem propriedades energéticas e funcionalidade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante, podendo atuar na otimização da digestão dos alimentos para os ruminantes (Benchaar et al., 2008; Patra, 2011; Dias et al., 2015).

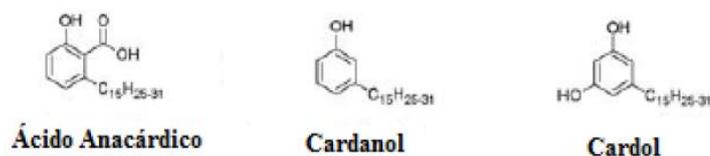
Estudos *in vitro* de Evans e Martins (2000) e McIntosh et al. (2003) relataram os efeitos do timol (óleos essenciais do tomilho ou do orégano) na modificação da concentração de ácidos graxos voláteis e observaram evidências da redução da desaminação de aminoácidos a nível ruminal. Esses relatos mostraram a atuação dos óleos essenciais na eficiência de aproveitamento da energia e proteína dietéticas.

Já existem alguns produtos comerciais patenteados contendo os principais compostos secundários de plantas. Por exemplo, o produto Biostar<sup>®</sup> (Phytosynthèse, França) composto por Alcachofra (*Cynara cardunculus* subesp. *Scolymus*), Ginseng siberiano (*Eleutherococcus senticosus*) e Feno-grego (*Trigonella foenum graceum*); o Crina<sup>®</sup> Ruminants (DSM Nutritional Products Ltda., Suíça) composto por timol, limoneno e guaiacol; o Vertan<sup>®</sup> (IDENA, França) composto por timol, eugenol, vanilina e limoneno; e por fim o produto Essential<sup>®</sup> (Oligo Basics) que é composto por óleos funcionais a base de ácido cardol, cardanol (caju) e ácido ricinoleico (mamona).

Os óleos funcionais mais estudados na nutrição de ruminantes são extraídos do óleo de caju, óleo da mamona e coco (Burt, 2004; Patra e Saxena, 2010; Osmari et al., 2015). Os óleos funcionais apresentam mecanismo de ação semelhantes aos antibióticos ionóforos em bactérias Gram-positivas e tem ação sobre algumas bactérias Gram-negativas também. Isso acontece devido ao pequeno peso molecular da maioria dos extratos de plantas, que permite a passagem através da dupla camada externa celular que as Gram-negativas possuem (Benchaar et al., 2006; Calsamiglia et al., 2007). Acredita-se que o risco de desenvolvimento de resistência microbiana é mínimo para esses compostos naturais (Acamovic e Brooker, 2005). Esses óleos além de suas propriedades funcionais podem proporcionar a redução da emissão de metano (pela atuação direta contra os efeitos da metanogênese e dos protozoários) e atuam no processo de fermentação e digestão dos alimentos (Giannenas et al., 2011; Cobellis et al., 2016).

Dentre as diversas fontes de óleos funcionais, o líquido da casca da castanha de caju (LCCC), que representa 25% do peso total da castanha, é o que mais apresenta resultados como aditivo natural para ruminantes. Embora os resultados sejam satisfatórios, ainda há necessidade de maiores estudos sobre os compostos fenólicos extraídos do caju (*Anacardiaceae occidentale* L.) (Osmari et al., 2015; Amorati et al., 2001). Esses compostos fenólicos atuam diretamente na membrana celular das bactérias, modificando a estrutura fosfolipídica da membrana plasmática da célula, levando a ruptura e lise celular, e assim inibindo o crescimento bacteriano (Wallace, 2004; Ferreira de Jesus et al., 2016; Paula et al., 2012).

Para retirada do LCCC, a casca é aquecida a vapor até 80° C, e então a casca é prensada, obtendo-se 18% de LCCC e 55% de torta residual (Osmari et al., 2015). Por extração mecânica ou solvente, o LCCC é aquecido a 140° C, com agitação, na sequência o material descarboxilado é filtrado para retirada de CO<sub>2</sub> e umidade, então o LCCC é armazenado. O LCCC obtido tem como principais componentes o ácido anacárdico (composto fenólico, cerca de 70 a 90%), o cardanol e o cardol (cerca de 10%) (Lubi e Thachil, 2000; Osmari et al., 2015) (Figura 3). No entanto, há um processo térmico que pode ser aplicado ao LCCC no momento da extração que favorece a descarboxilação do ácido anacárdico, assim aumentando a formação de cardanol, e isso se denomina o LCCC técnico (Tabela 2; Mazzetto et al., 2009). O LCCC técnico possui maior porcentagem de cardanol, substância que não apresenta cheiro, possui baixa volatilização, não é tóxica e é um antioxidante.



**Figura 3.** Componentes do LCCC (Mazzetto et al., 2009).

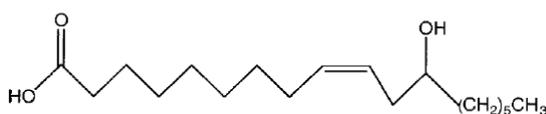
**Tabela 2.** Composição do líquido da casca da castanha de caju (LCCC) natural e técnico.

LCCC	Ácido anacárdico	Cardol	Cardanol
Natural	71,7 – 82,0%	13,8 – 20,1%	1,6 – 9,2%
Técnico	1,1 – 1,7%	3,8 – 18,8%	67,8 – 94,6%

Mazzetto et al. (2009)

O LCCC além de melhorar o aproveitamento da energia na fermentação, otimiza o aproveitamento da proteína também, atuando na inibição da desaminação e de quebra dos peptídeos no rúmen (Osmari et al., 2015). Estudos de Coneglian (2009) os níveis de LCCC fornecido para bovinos influenciaram na digestibilidade aparente total da proteína, e as doses de 2 e 4 g/dia aumentaram o fluxo de proteína para o intestino delgado, isso pode ter ocorrido devido a redução da fermentação de peptídeos e aminoácidos no rúmen.

Outro óleo funcional eficaz como aditivo para ruminantes é o óleo de mamona, que contém em sua composição o ácido ricinoleico (Figura 4). Esse óleo é extraído da semente da mamona (*Ricinus communis*) e é composto pelos triglicerídeos: ácido ricinoleico (média de 90%), que é um ácido de 18 carbonos com dupla ligação na posição C(9) e um grupo hidroxila na posição C(12) (cis-12-hidroxi-9-octadecenóico); de 10 a 15% de ácido oleico (18:1 (9)), ácido linoleico (18:2 (9,12)), ácido linolênico (18:3 (9,12,15)), ácido palmítico (16:0), ácido esteárico (18:0), ácido eicosanóico (20:00) e ácido dihidroxiesteárico. No total a semente da mamona contém de 45 a 55% de óleo (Vaisman et al., 2008).



**Figura 4.** Estrutura química do ácido ricinoleico (Vieira et al., 2001).

O óleo de mamona apresenta ação analgésica e anti-inflamatória, inclusive a ação bactericida e citolítica, dissolvendo a quitina, que é constituinte da membrana celular das bactérias. Dessa forma, visando a ação antimicrobiana do ácido ricinoleico pode-se considerar que essa substância atua como um ionóforo divalente (Vieira et al., 2001; Vaisman et al., 2008; Osmari et al., 2015).

O LCCC e o ácido ricinoleico em combinação apresentam os melhores resultados em ação como promotores de crescimento na nutrição de ruminantes (Langhout, 2000). Estudos de Coneglian (2009) reportou que a inclusão de 2 e 4 g/dia de óleos funcionais de caju e mamona melhorou a digestibilidade da matéria seca, apresentando resultados similares a Monensina. Pesquisa realizada por Zawadzki et al. (2013), analisando a

substituição parcial do milho pela glicerina (20,1%) e a inclusão de 3 g (animal/dia) de óleos funcionais de caju e mamona na dieta de bovinos confinados por 252 dias e observaram que os óleos funcionais podem apresentar efeito positivo no rendimento de carcaça de novilhos precoces.

Silva et al. (2019) utilizaram a inclusão de 30 mg/kg de MS de Monensina, 40 mg/kg de MS de Monensina, 35 mg de Monensina + 25 mg de Virginiamicina por kg de MS e 400 mg/kg de MS de óleos funcionais (extrato de caju e mamona) em dieta com 92% de concentrado em bovinos nelore e não observaram diferenças entre os aditivos no ganho médio diário e peso final dos bovinos.

Melo et al. (2016) analisaram a inclusão de 500 ppm de óleos funcionais (caju e mamona) e 27 ppm de Monensina (kg de MS), em 96 touros Nelore, confinados, com 22 meses de idade, com peso inicial de 377,9 kg e uma dieta de alto concentrado (com 68,5% de grãos de milho triturados; 14,04% de bagaço de cana; 14,1% de farelo de algodão; 2,1% de mineral; 0,8% de ureia; 0,5% calcário) e não observaram diferenças significativas em nenhuma das variáveis de desempenho e características de carcaça.

Portanto, são necessários mais estudos com o uso dos óleos funcionais de caju e mamona em comparação aos antibióticos ionóforos. No entanto, mesmo com poucos estudos já é observado na literatura resultados similares a Monensina que é o ionóforo mais utilizado.

### Conclusão

Conclui-se que a estratégia de terminação intensiva a pasto é viável para os sistemas produtivos, pois pode-se intensificar a engorda de bovinos a pasto com alta inclusão de concentrado. Com base nos estudos a literatura mostra a eficiência do uso dos óleos funcionais na nutrição de ruminantes como melhoradores de desempenho, e decorrente a este benefício pode ser utilizado em substituição aos antibióticos ionóforos.

### Referências Bibliográficas

- Aarestrup, F. M., Bager, F., Jensen, N. E., Madsen, M., Meyling, A., Wegener, H. C. (1998). Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to antimicrobial growth promoters and related therapeutic agents in Denmark. *APMIS*, 106, 606 - 622.
- Acamovic, T., Brooker, J. D. (2005). Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 64, 403 - 412.
- Amorati, R., Pedulli, G. F., Valgimigli, L., Attanasi, O. A., Filippone, P., Fiorucci, C., Saladino, R. (2001). Absolute rate constants for the reaction of peroxy radicals with cardanol derivatives. *Journal of the Chemical Society*, 2, 2142-2146.
- Antunes, R. C., Rodriguez, N. M. (2011). Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. (2 ed) *Nutrição de ruminantes*. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- Bean, N. H., Goulding, J. S., Daniels, M. T., Angulo, F. J. (1997). Surveillance for foodborne disease outbreaks-United States. *Journal of Food Protection*, 60,1265-1286.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., Mcallister, T. A., Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145, 209-228.

- Benchaar, C., Duynisveld, J. L., Charmley, E. (2006). Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Journal Animal Science*, 86, 91–96.
- Berg, D. H., Hamill, R. L. (1978). The isolation and characterization of Narasin, a new polyether antibiotic. *The Journal of Antibiotics*, 31, 1-6.
- Bergen, W. G., Bates, D. B. (1984). Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, 58,1465-1483.
- Brasil. Ministério da agricultura. Instrução Normativa n.13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento Técnico sobre Aditivos para Produtos Destinados a Alimentação Animal, segundo as boas práticas de fabricação, contendo os procedimentos sobre avaliação da segurança de uso, registro e comercialização, constante dos anexos desta instrução normativa. Brasília; 2004.
- Bretschneider, G., Elizalde, J.C., Pérez, F.A. (2008). The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage- based diets: A review. *Livestock Science*, 114, 135-149. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.017>.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90, 2580-2595.
- Casewell, M., Friis, C., Marco, E., McMullin, P., Phillips, I. (2003). The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 52, 159-61.
- Cobellis, G., Trabalza-Marinucci, M., Marcotullio, M. C., Yu, Z. (2016). Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 25–36.
- Coneglian, S. N. (2009). Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos, Tese (Programa de pós-graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná.
- Costa, P.B., Queiroz, A. C., Rodrigues, M.T., Magalhães, A.L.R., Costa, M.G., Toral, F.L.B., Carvalho, T.A., Monteiro, L., Zorzi, K., Duarte, M.S. (2007). Desempenho de novilhas leiteiras sob manejo para crescimento compensatório recebendo suplementação com ionóforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 461-470.
- De Freitas, J. A., De Queiroz, A. C., Dutra, A. R., Vieira, R. A. M., Lana, R. P., Leonel, F. P., Henrique, D. S., De Lima, A. V., De Souza, J. C. (2006). Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3), 886 – 893.
- Dias, D. L. S., Silva, R. R., Da Silva, F. F., De Carvalho, G. G. P., Brandão, R. K. C., Da Silva, A. L. N., Barroso, D. S., Lins, T. O. J. D., Mendes, F. B. L. (2015). Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 985-998.

- Dinusson, W. E., Danielson, R. B., Moore, B. L., Johnson, L. J. (1979). Narasin: a feed additive for finishing steers. *Journal Animal Science*, 49, 364.
- Duffield, T. F., Merrill, J. K., Bagg, R. N. (2012). 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.
- Duffield, T. F., Rabiee, A. R., Lean, I. J. (2008). A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. *Journal Dairy Science*, 91, 1347-1360.
- Evans, J. D., Martin, S. A. (2000). Effects of thymol on ruminal microorganisms. *Current Microbiol*, 41, 336-340.
- Evans, S. J., Davies, R. H., Binns, S. H., Liebana, E., Jones, T. W., Millar, M. F., Threlfall, E. J., Ward, L. R., Hopkins, K. L., Mackay, P. H., Gayford, P. J. (2005). Multiple antimicrobial resistant *Salmonella enterica* serovar Paratyphi B variant Java in cattle: a case report. *The Veterinary Record*, 156, 343-346.
- Fernandes, H. J., Paulino, M. F., Martins, R. G. R., Valadares Filho, S. C., Torres, R. A., Paiva, L. M., Ribeiro, V. A. (2005). Crescimento de componentes corporais de três grupos genéticos nas fases de recria e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(1), 288-296.
- Ferreira De Jesus, E., Del Valle, T. A., 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. (2016). 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*, 219, 59-67, 2016.
- Geron, L. J. V., Da Silva, H. F., Trautmann-Machado, R. J., Garcia, J., Maxia, A. A., Moura, D. C., Ribeiro, M. G., Oliveira, E. B. (2013). Aditivos promotores de crescimento (antibióticos, ionóforos, probióticos, prebióticos e própolis) utilizados na alimentação animal. *PUBVET*, 7.
- Giannenas, I., Skoufos, J., Giannakopoulos, C., Wiemann, M., Gortzi, O., Lalas, S., Kyruazakis, I. (2011). Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in chios dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 94, 5569-5577.
- Gobato, L. G. M., Silva, R. G., Miszura, A. A., Polizel, D. M., Ferraz Junior, M. V. C., Oliveira, G. B., Bertoloni, A. V., Barroso, J. P. R., Pires, A. V. (2017). Effects of narasin an addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nelore heifers. *Journal of Animal Science*, 95, 266.
- Goes, R. H. T. B., Alves, D. D., Valadares Filho, S. C., Marson, E. P. (2005). Utilização de aditivos alimentares microbianos na alimentação de bovinos de corte e leite: Revisão. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoológicas*, 8, 47-56.
- Harned, B. K., Cunningham, R. W., Clark, M. C., Cosgrove, R., Hine, C. H., Mccauley, W. J., Stokey, E., Vessey, R. E., Yuda, N. N., Subbarow, Y. (1946). The pharmacology of Duomycin. *Annales of the New York Academy of Sciences*, 51, 182-210.
- Jeffers, T. K., Tonkinson, L. V., Callender, M. E., Schlegel, B. F., Reid, W. M. (1988). Anticoccidial efficacy of Narasin in floor pen trials. *Poultry Science*, 67, 1050-1057.
- Langhout, P. (2000). New additives for broiler chickens. *World Poultry*, 16 (3), 1-6.

- Lubi, M. C., Thachil, E. T. (2000). Cashew nutshell liquid (CNSL)-a versatile monomer for polymer synthesis. *Designed Monomers and Polymers*, 3, 123-153.
- Mandarino, R. A., Barbosa, F. A., Cabral Filho, S. L. S., Lobo, C. F., Silva, I. S., Oliveira, R. V., Diogo, J. M. S., Guimarães Júnior, R. (2013). Desempenho produtivo e econômico do confinamento de bovinos zebuínos alimentados com três dietas de alto concentrado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 1463-1471. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500027>
- Marino, C. T., Medeiros, S. R. (2015). Aditivos alimentares em bovinos de corte. In: Nicacio, A.C., Nunez, A. J.C., Marino, C.T., Nogueira, É., Feltrin, G. B. et al. *Nutrição de Bovinos de Corte Fundamentos e Aplicações*. Brasília, Brasil.
- Mazzetto, S. E., Lomonaco, D.; Mele, G. (2009). Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. *Química Nova*, 32, 732-741.
- Mcguffey, R. K., Richardson, L. F., Wilkinson, J. I. D. (2001). Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, 84,194-203.
- McIntosh, F. M. (2003). Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 5011-5014.
- Melo, W.O., Sousa, E.S., Dos Santos, R. C. B. (2018). Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil: revisão de literatura. *Nutri Time*. 15, 1-9.
- Melo, A. C., Pereira, M. C, Rigueiro, A. L., Watanabe, D. H. M., Squizatti, M. M., Tomaz, L.A., Dellaqua, J.V., Souza, O.A., Santi, P.F., Lelis, A.L.J., Toledo, A.F., Millen, D.D. (2016). Effects of feeding functional oils or monensin on feedlot performance and carcass traits of Nellore cattle. *Journal Animal Science*. 94, 763-764. <https://doi.org/10.2527/jam2016-1572>.
- Merchen, N. R., Berger, L. L. (1985). Effect of salinomycin level on nutrient digestibility and ruminal characteristics of sheep and feedlot performance of cattle. *Journal Animal Science*, 60, 1338–1346, 1985.
- Moore, P. R., Evenson, A., Luckey, T. D., McCoy, E., Elvehjem, C. A., Hart, E. B. (1946). Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. *Journal of Biological Chemistry*, 165, 437–441.
- Morais, J. A., Berchielli, T. T., Reis, R. A. (2011). Aditivos. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. (2 ed) *Nutrição de ruminantes*. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- Moretti, M. H., Resende, F. D., Siqueira, G. R., Roth, A. P. T. P., Custodio, L., Roth, M. T. P., Campos, W. C., Ferreira, L. H. (2013). Performance of Nellore young bulls on Marandu grass pasture with protein supplementation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42, 438-446.
- Mota, L. G. Comportamento ingestivo de novilhas recebendo suplementação proteica com ou sem monensina, 2019. 26f. Trabalho de Curso (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, 2019.
- Nagaraja, T. G., Taylor, M. B. (1987). Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. *Applied and Environmental Microbiology*, 53,1620–1625.

- Nicodemo, M. L. F. (2001). Uso de aditivos na dieta de bovino de corte. Campo Grande: EMBRAPA gado de corte (Documentos).
- Oliveira, C. A., & Millen, D. D. (2014). Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 64-75.
- Oliveira, J. S., Zanine, A. M., Santos, E. M. (2005). Additive use in the nutrition of ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária, REDVET*, 5.
- Osmari, M. P., De Matos, L. F., Salab, B. L., Diaz, T. G., Giotto, F. M. (2015). Líquido da casca da castanha de caju: características e aplicabilidades na produção animal. *PUBVET*, 9, 143-149.
- Page, S. W. (2003). The role of enteric antibiotics in livestock production. *A review of published literature*. Canberra: Avcare, 1-105.
- Patra, A. K. (2011). Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6, 416-428.
- Patra, A. K., Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in ruminants. *Phytochemistry*. 71, 1198-1222.
- Paula, E. F. E., Maia, F. P., Chen, R. F. F. (2012). Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. *Nutritime*, 9, 2075-2103.
- Pereira, M. C. S., Carrara, T. V. B., Da Silva, J., Silva, D. P., Watanabe, D. H. M., Tomaz, L. A., Arrigoni, M. D. B., Millen, D. D. (2015). Effects of different doses of sodium monensin on feeding behaviour, dry matter intake variation and selective consumption of feedlot Nellore cattle. *Animal Production Science*, 55, 170-173. <https://doi.org/10.1071/AN1430>.
- Polizel, D. M., Westphalen, M. F., Miszura, A. A., Santos, M. H., Silva, R. G., Bertoloni, A. V., Oliveira, G. B., Ferraz Junior, M. V. C., Biehl, M. V., Susin, I., Pires, A. V. (2016). Effect of narasin on nutrient intake and digestibility wethers fed high-forage diets. *Journal Animal Science*, 94, 821. doi:10.2527/jam2016-1684
- Polizel, D. M., Westphalen, M. F., Miszura, A. A., Ferraz Junior, M. V. C., Bertoloni, A. V., Oliveira, G. B., Gobato, L. G. M., Barroso, J. P. R., Pires, A. V. (2017a). Effects of monensin or narasin on rumen metabolism of steers during the period of adaptation to high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 95, 319.
- Polizel, D. M., Barbosa, M. J. P. T., Cappellozza, B. I., Lopes, C. N., Ferraz Junior, M. V. C., Gobato, L. G. M.; Gonçalves, J. R. S.; Pires, A. V. (2017b). The addition of narasin into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers. *Journal of Animal Science*, 95, 267.
- Potter, E. L., Cooley, C. O., Richardson, L. F. (1979). Effects of narasin upon the performance of feedlot cattle. *Journal Animal Science*, 49, 397-398.
- Rangel, A. H. N., Leonel, F. D., Simplício, A. A., Mendonça Júnior, A. F. (2008). Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8, 174-182.
- Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 147-159.

- Resende, F. D., Moretti, M. H., Neto, J. A. A., Lima, B. S., Siqueira, G. R. (2014). Nível de oferta de suplemento na terminação de bovinos a pasto. VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal.
- Rogers, J. A., Davis, C. L. (1982). Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers feed a diet supplemented with sodium bicarbonate and Monensin. *Journal of Dairy Science*, 65, 944-952.
- Russel, J. B., Strobel, H. J. (1989). Minireview. Effect of ionóforos on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 55, 1-6.
- Salman, A. K. D., Paziani, S. F., Soares, J. P. G. (2006) Utilização de ionóforos para bovinos de corte. – Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006. 20 p.
- Schelling, G. T. (1984). Monensin mode of action in the rumen. *Journal of Animal Science*, 58, 1518-1527.
- Shahani, K. M., Whalen, P. J. (1986). Significance of antibiotics in food and feeds, In: Moats, W.A. Agricultural uses of antibiotics. *American Chemical Society*, 88-99.
- Silva, R. G., Ferras Junior, M. V. C., Gouvea, V. N., Polizel, D. M., Santos, M. H., Miszura, A. A., Andrade, T. S., Westphalen, M. F., Biehl, M. V., Pires, A. V. (2015). Effect of Narasina in mineral mix to Nellore heifers fed with high forage. *Journal of Animal Science*, 93, 118.
- Silva, A. P Dos S., Zotti, C. A., Carvalho R. F., Corte, R. R., Cônsolo, N. R. B., Silva, S. Da L., Leme P. R. (2019). Effect Of Replacing Antibiotics With Functional Oils Following Na Abrupt Transition To High-Concentrate Diets On Performance And Carcass Traits Of Nellore Cattle. *Animal Feed Science And Technology*, 247, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.015>
- Siqueira, G. R., Resende, F. D., Moretti, M. H. (2014). Terminação de bovinos inteiros em pastagens. *APTA regional. Pesquisa & Tecnologia*, 11.
- Stipkovits, L., Kobulej, T., Varga, Z., Juhasz, S. (1987). *In vitro* testing of the antimycoplasma effect of some anticoccidial drugs. *Veterinary Microbiology*, 15, 65–70.
- Vaisman, B., Shikanov, A., Domb, A. J. (2008). The isolation of ricinoleic acid from castor oil by salt-solubility-based fractionation for the biopharmaceutical applications. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 85, 169.
- Vieira, C., Fetzer, S., Sauer, S. K., Evangelista, S. E., Averbek, B., Kress, M., Reeh, P. W., Cirillo, R., Lippi, A., Maggi, C. A., Manzini, S. (2001). Pro and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. *Archives of Pharmacology*, 364, 87-95.
- Wallace, R. J. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 621-629.
- Wedegaertner, T. C., Johson, D. E. (1983). Monensin Effects on Digestibility, Methanogenesis and Heat Increment of a Cracked Corn-Silage Diet Fed to Steers. *Journal of Animal Science*, 57, 168-177.
- Wegener, H. C. (2003). Antibiotics in animal feeds and their role in resistance development. *Current opinion in microbiology*, 6, 439-45.
- Wiedemann, M., Bruce, J. L., Knorr, R., Bodis, M., Cole, E. M., Mcdowell, C. I., Mcdonough, P. L., Batt, C. A. (1996). Ribotype diversity of *Listeria monocytogenes*

- strains associated with outbreaks of listeriosis in ruminants. *Journal of Clinical Microbiology*, 34, 1086-1090.
- Wong, D. T., Berg, D. H., Hamill, R. H., Wilkinson, J. R. (1977). Ionophores properties of Narasin, a new polyether monocarboxylic acid antibiotic, in rat liver mitochondria. *Biochemical Pharmacology*, 26, 1373-1376.
- Zanine, A. M., Oliveira, J. S., Santos, E. M. (2006). Importância, uso, mecanismo de ação e retorno econômico dos ionóforos na nutrição de ruminantes. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça*, 6, 1-18.
- Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Prado, R. M., Valero, M. V., Visentainer, J. V., Prado, I. N. (2013). Com replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. *Meat Science*.

**CAPÍTULO 2 – EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE IONÓFOROS POR ÓLEOS FUNCIONAIS NO DESEMPENHO DE NOVILHAS NELORE EM TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO.**

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas para publicação no periódico *Animal Feed and Technology*, excetuando-se o idioma.

Effects of the replacement of ionophores by functional oils  
on performance of Nellore finished in pastures

A.C. Fleitas<sup>a\*</sup>, H.J. Fernandes<sup>a</sup>

*<sup>a</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Senador Filinto Muller, n.º. 2443, Campo Grande, Mato Grosso do sul, Brazil, 79070-900.*

\*Corresponding author. Tel: + 55 67 999139193; E-mail: alex.c.fleitas@gmail.com

## Resumo

O objetivo foi avaliar a substituição de uso de antibióticos ionóforos (Monensina e Narasina) por um blend de óleos funcionais (à base de óleos de caju e mamona) no desempenho de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto. Utilizaram-se 27 bovinos, Nelore, fêmeas, com idade média de 18 meses e peso corporal inicial de  $294,2 \pm 16,5$  kg. Avaliaram-se três tratamentos: dois antibióticos ionóforos (Monensina - 25 mg/kg de MS de concentrado; Narasina - 13 mg/kg de MS de concentrado) e um aditivo à base de óleos funcionais, composto por óleo de caju (cardol e cardanol) e óleo de mamona (ácido ricinoleico) - 500 mg/kg de MS de concentrado. Os animais ficaram alojados, por 100 dias, em piquetes com pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e tiveram livre acesso aos cochos e bebedouros. A dieta era composta por milho moído, farelo de soja, ureia e suplemento mineral, fornecida diariamente na quantidade de 2% do PC. Foram analisados o consumo, peso inicial, peso final, ganho médio diário, acabamento de gordura, rendimento de carcaça (quente e frio) e o desenvolvimento por meio das medidas biométricas. Não foi observado efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) nas variáveis analisadas: ganho médio diário (0,911; 0,897 e 0,962 kg/dia para Monensina, Narasina e OF, respectivamente), peso de carcaça quente (216,8; 214,6 e 219,5 kg para Monensina, Narasina e OF) e o consumo também não foi afetado pelos aditivos analisados. Portanto, o blend de óleos funcionais à base de óleos de caju e mamona pode ser utilizado em substituição aos antibióticos ionóforos, sem alteração no desempenho e características de carcaça de novilhas recebendo alto concentrado em terminação intensiva a pasto.

*Palavras-chave:* aditivos alimentares, alto concentrado, antimicrobianos, substâncias naturais

*Abreviações:* PC, peso corporal; MS, matéria seca, OF óleos funcionais.

## 1. Introdução

A produção de bovinos a pasto em países de clima tropical é vantajosa, devido aos fatores edafoclimáticos que favorecerem à produção de forrageiras tropicais (Euclides et al., 2014). Entretanto, para a fase de terminação, o pasto não oferta energia o suficiente e os animais apresentam baixo desempenho.

A bovinocultura de corte nestes países tem intensificado sua produção diante das demandas atuais, a fim de satisfazer o mercado crescente e exigente, utilizando sistemas de produção que promovam maior produtividade, acabamento de gordura e rendimento de carcaça em menor tempo e menor área. Neste sentido, o fornecimento de dietas com alto concentrado para animais em pastejo permite diminuir o tempo de abate e melhorar a qualidade da carcaça, sem o fornecimento de volumoso, uma vez que a principal fonte de fibra é o pasto (Resende et al., 2018).

A utilização de aditivos alimentares é uma estratégia nutricional de potencialização do aproveitamento da dieta a nível ruminal e pode ser utilizada no sistema de terminação a pasto com alto inclusão de concentrado, pois, neste caso, são considerados como melhoradores de desempenho. No entanto, o uso de alguns desses aditivos, como os antibióticos ionóforos, está sofrendo restrições (Durmic e Blache, 2012). Isto ocorreu devido à resistência cruzada entre alguns antibióticos utilizados como promotores de crescimento e os utilizados na saúde humana. Esta resistência dos microrganismos aos antibióticos terapêuticos, podem então, representar risco à saúde humana (Durmic e Blache, 2012; Ellis et al., 2012; Appujamy et al., 2013), por esse motivo, a União Europeia e outros países veem estabelecendo proibições ao uso de antibióticos na produção animal.

Diante desse cenário, para atender às legislações e para se antecipar a possíveis proibições futuras dos antibióticos ionóforos, novos estudos vêm sendo desenvolvidos com a utilização de aditivos naturais, como os óleos funcionais de extrato de caju e mamona,

que tem apresentado resultados semelhantes aos ionóforos em dietas de ruminantes (Durmic e Blache, 2012; Cobellis et al., 2016).

Contudo, não foi encontrado na literatura um trabalho que tenha avaliado a inclusão de Monensina, Narasina e óleos funcionais (caju e mamona) na dieta de bovinos a pasto com alto fornecimento de concentrado sobre o desempenho de novilhas. Bretschneider et al. (2008), por exemplo, em uma meta-análise de 46 artigos sobre o uso de Monensina, não observou nenhum artigo em que esta tivesse sido avaliada em dietas de alto concentrado em pastejo.

Com base nessa problemática, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona no desempenho de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto.

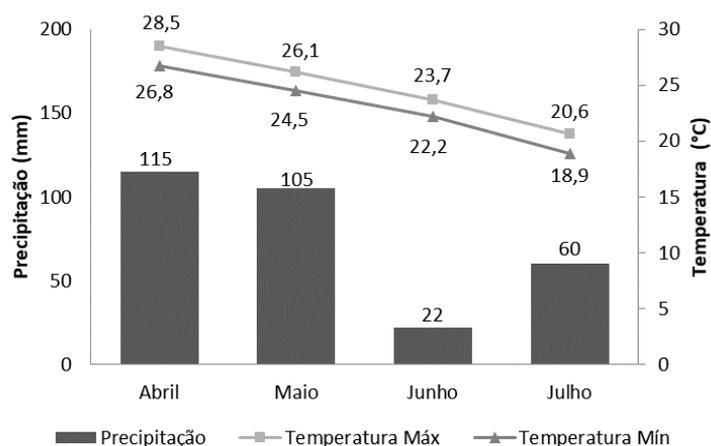
## **2. Material e métodos**

Este experimento foi realizado em conformidade com a legislação brasileira sobre uso de animais em pesquisa, aprovado pelo Conselho Nacional de Controle Experimental (CONCEA), e a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana, sob o protocolo nº 005/2019.

### *2.1 Local do experimento de campo*

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Santa Maria, em Anastácio, MS, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude  $-20^{\circ}37'59.37''$  S e Longitude  $-55^{\circ}52'38.58''$  O e altitude de 754 m.

O período experimental foi entre os meses de abril a julho de 2019 e, durante todo o período, foram registrados os dados meteorológicos, como a precipitação (coletada no local por pluviômetro) e as temperaturas máxima e mínima (coletadas do site do Instituto Nacional de Meteorologia, Inmet, 2019) (Fig. 1).



**Fig. 1.** Médias de precipitação e temperatura ambiente em Anastácio – MS (2019).

## 2.2 Animais, tratamentos e dieta utilizada

Utilizaram-se 27 bovinos Nelore, fêmeas, com idade média entre 18 meses e peso corporal inicial de  $294,2 \pm 16,5$  kg. Esses animais foram individualmente identificados e divididos em três grupos, com nove animais cada, e os tratamentos foram aleatoriamente distribuídos aos grupos. Cada grupo foi alojado em um piquete de 2 hectares, contendo cochos sem cobertura (0,45 m lineares / animal) e bebedouros, em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A cada sete dias os grupos eram rotacionados nos pastos, para se evitar efeitos dos mesmos sobre a resposta animal.

Os animais já consumiam suplemento concentrado ao nível de 0,5% do PC antes do período experimental, e foram adaptados às dietas de forma gradativa por 15 dias, iniciando-se o fornecimento das dietas experimentais em 1,0% do PC, e aumentando-se 0,5% do PC a cada 5 dias, até atingirem um consumo de concentrado próximo a 2% do PC.

No início do experimento, os animais foram pesados em jejum de sólidos de 16 horas. Neste momento fez-se também a vermifugação contra ecto e endoparasitas (com produto a base de moxidectina a 1%), como medida profilática.

Foram avaliados três aditivos alimentares, sendo: dois antibióticos ionóforos - Monensina (produto comercial Rumensin®; Elanco Animal Health, Clinton, Indiana,

EUA), com inclusão de 25 mg/kg de MS de concentrado, e Narasina (produto comercial Zimprova<sup>®</sup>; Elanco Animal Health, Clinton, Indiana, EUA), com inclusão de 13 mg/kg de MS de concentrado; e um aditivo à base de óleos funcionais (produto comercial Essential<sup>®</sup>; Oligo Basics Agroindustrial, Cascavel, Paraná, Brasil), composto por extrato de caju (Líquido Casca Castanha Caju – 400 g/kg, cardol - 40 g/kg e cardanol - 200 g/kg) e extrato de mamona (ácido ricinoleico – 90 g/kg), com inclusão de 500 mg/kg de MS de concentrado com base na recomendação do fabricante.

O concentrado ofertado era composto por 91,7% de milho moído; 5,07% de farelo de soja; 1,6% de ureia; 0,13% de enxofre e 1,5% de núcleo mineral (Fosbovi Engorda<sup>®</sup>, DSM Nutritional Product Ltda). Os aditivos eram incorporados ao concentrado em misturador manual com capacidade de 100 litros, imediatamente antes do fornecimento. Os horários de fornecimento eram às 08h30min (60% do fornecimento diário) e às 14h30min (40% do fornecimento diário). Os animais ficaram por 100 dias neste sistema, quando foram, então, encaminhados para o abate.

### *2.3 Coleta de dados*

A cada 28 dias, realizaram-se coletas de pasto para estimar a disponibilidade de matéria seca por hectare, utilizando-se o método do quadrado (0,5 x 0,5 m), com 10 pontos de coleta por piquete, com corte rente ao solo. Simultaneamente, para avaliar a composição química do pasto, realizou-se uma coleta via simulação manual de pastejo. Os procedimentos adotados para avaliação de forragem foram adaptados por Duarte et al. (2018) e Euclides et al. (2019). As amostras coletadas foram pesadas, homogeneizadas e levadas ao laboratório para procedimentos e análises.

O ganho de peso foi determinado pela pesagem em jejum realizada no início e no final do experimento (antes do abate), em jejum de sólidos por 16 horas. Realizou-se ainda

uma pesagem das novilhas, sem jejum, a cada 28 dias, sempre no mesmo horário, pela manhã, para ajuste da quantidade de fornecimento de concentrado e aditivos. Concomitantemente, os dados de consumo diário de concentrado eram avaliados semanalmente pela determinação da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras, divididas por 7 dias.

O desenvolvimento corporal dos animais foi determinado por meio das medidas biométricas (MB), coletadas concomitantemente as pesagens inicial e final como sugeridas por Fernandes et al. (2010). Utilizou-se um hipômetro para a maioria das MB: abertura de ílios (medida como a distância entre os dois pontos ventrais do *tubercoxae*); abertura de ísquios; arqueamento de costela (medida como a maior largura horizontal do abdômen, em ângulo reto ao eixo central do corpo); comprimento de garupa (medida como a distância entre os pontos ventrais do *tubercoxae*, e as tuberosidades ventrais do *tuberischii*); profundidade de garupa (medida como a distância vertical entre o ponto ventral do *tubercoxae* e a linha ventral do corpo); altura de garupa (medida do ponto ventral do *tubercoxae*, verticalmente, até o chão); comprimento corporal (medida como a distância entre o ponto dorsal da escápula e o ponto ventral do *tubercoxae*); altura de cernelha (medida a partir do ponto mais alto acima da escápula, verticalmente até o chão); profundidade de costela (medida do ponto mais alto acima da escápula, ao ponto final das costelas, ou seja, o osso do esterno). O perímetro torácico foi medido com uma fita flexível, e mensurado como a menor circunferência logo atrás as patas anteriores (Tabela 1).

**Tabela 1**

Peso corporal inicial (PC) e medidas biométricas iniciais de novilhas em pastejo recebendo uma dieta de alto grão com diferentes tipos de aditivos alimentares

Medidas biométricas	Média e desvio padrão
Peso corporal inicial (kg)	294,2 ± 16,5
Altura de cernelha (cm)	124,3 ± 2,56
Altura de garupa (cm)	128,9 ± 3,25
Profundidade de costela (cm)	48,8 ± 2,65
Profundidade de Garupa (cm)	56,7 ± 2,43
Comprimento do corpo (cm)	80,4 ± 4,71
Comprimento de garupa (cm)	39,5 ± 1,77
Arqueamento de costela (cm)	48 ± 2,89
Ílio (cm)	40,4 ± 1,74
Ísquio (cm)	24,9 ± 2,37
Perímetro torácico (cm)	159 ± 5,58

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), seguindo os procedimentos normais de abate e inspeção conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA – Brasil 1997). Os animais foram insensibilizados pelo método da concussão cerebral, seguido de secção da veia jugular e remoção do couro, órgãos e vísceras.

Após o abate, as carcaças correspondentes de cada tratamento foram identificadas, lavadas, divididas em duas metades com o uso de uma serra elétrica, pesadas para obter o peso de carcaça quente (Pesocarcq) e levadas a câmara fria por aproximadamente 24 horas, em uma temperatura de 4 °C. O rendimento de carcaça foi obtido pela relação entre o peso da carcaça quente (Pesocarcq) e o peso corporal em jejum antes do abate.

Foram coletadas as notas do escore de acabamento de gordura (Bridi et al., 2011), que foram realizadas por técnicos treinados do frigorífico. As notas de acabamento foram: Ausente (1); Escassa menos (2-); Escassa (2); Escassa mais (2+); Mediana menos (3-); Mediana (3=); Mediana mais (3+); Uniforme (4); Excessiva (5).

#### *2.4 Análises laboratoriais*

As amostras de pasto, concentrado e suas sobras, após secas em estufa de ventilação forçada (65 °C por 72 horas), foram processadas em moinho com peneira de 1 mm e encaminhadas para análises no laboratório de Ruminantes da Unidade de Aquidauana/UEMS.

As estimativas de matéria seca (MS, método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM, método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB, método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (EE, método INCT-CA G-005/1), fibra em detergente neutro (FDN, método INCT-CA F-002/1) corrigida para cinzas (CIDN, método INCT-CA M-002/1) e proteínas (PIDN, método INCT-CA N-004/1), fibra em detergente ácido (FDA, método INCT-CA F-003/1), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA, método INCT-CA N-005/1) e lignina, via hidrólise ácida (método INCT-CA F-005/1) foram realizadas como proposto por Detmann et al. (2012). As estimativas de carboidrato não fibroso (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) foram calculadas seguindo as recomendações do NRC (2001) (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2**

Disponibilidade de matéria seca por hectare, composição química e concentração energética do pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos meses do experimento a campo

<sup>1</sup> Variáveis	Mês experimental			
	Abril	Mai	Junho	Julho
Disp. MS (ton/ha)	3,10	1,79	1,78	1,54
MS (%)	27,8	29,2	30,8	33,60
MM (%)	7,76	8,59	8,97	9,56
PB (%)	8,76	9,24	8,39	8,85
EE (%)	1,83	1,76	1,98	1,08
FDN (%)	77,7	77,6	77,2	72,70
PIDN (%)	3,22	2,92	2,44	3,02
CIDN (%)	3,22	3,72	4,30	3,59
FDA (%)	50,3	46,8	51,6	52,20
PIDA (%)	1,75	1,70	2,43	2,56
FDNcp (%)	71,3	70,9	70,4	66,00
Lignina (%)	7,29	6,18	8,03	8,91
CNF (%)	10,3	9,45	10,2	14,40
NDT (%)	49,4	50,4	46,9	45,20
ED (Mcal/kg)	2,29	2,32	2,21	2,17
EM (Mcal/kg)	1,86	1,90	1,78	1,74

<sup>1</sup> Disp.MS, disponibilidade de matéria seca (ton/ha); MS, % de matéria seca; MM, % de matéria mineral; PB, proteína bruta, %MS; EE, extrato etéreo, %MS; FDN, fibra em detergente neutro, %MS; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro, %MS; CIDN, cinzas insolúvel em detergente neutro, %MS; FDA, fibra em detergente ácido, %MS; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido, %MS; FDNcp, fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; Lignina, %MS; CNF, % carboidrato não fibroso; NDT, % nutrientes digestíveis totais; ED, energia digestível em Mcal/kg; EM, energia metabolizável Mcal/kg.

**Tabela 3**

Composição química e concentração energética do concentrado utilizado no experimento

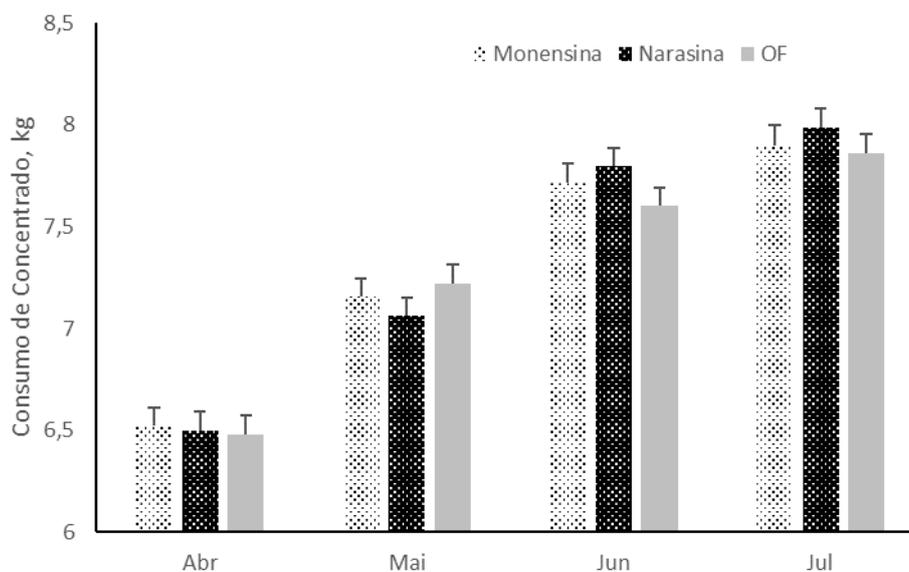
<sup>1</sup> Variáveis	Concentração
Matéria seca (%)	95,4
Matéria mineral (%)	2,74
Proteína bruta (%)	14,9
Extrato etéreo (%)	3,77
Fibra em detergente neutro (%)	19,7
Proteína insolúvel em detergente neutro (%)	2,35
Cinzas insolúvel em detergente neutro (%)	0,329
Fibra em detergente ácido (%)	9,79
Proteína insolúvel em detergente ácido (%)	3,19
FDN, corrigido para cinzas e proteína (%)	17,1
Lignina (%)	2,77
Carboidrato não fibroso (%)	61,4
Nutriente digestível total (%)	80,7
Energia digestível (Mcal/kg)	3,20
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,78

### 2.5 Análises estatísticas

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado para todas as análises estatísticas, com exceção da avaliação de consumo de concentrado, onde considerou-se um modelo de medidas repetidas no tempo, dentro de cada mês do experimento. Realizou-se ainda uma análise de correspondência de forma a avaliar a relação entre as MB e os aditivos alimentares avaliados. Utilizou-se o PROC GLM (dados inteiramente casualizado), o PROC MIXED (medidas repetidas no tempo) e o PROC CORRESP (análise de correspondência) do software SAS University (SAS Institute Inc.), estabelecendo-se o nível de significância de 5%, e declarou-se uma tendência quando  $0,05 < P < 0,10$ .

### 3. Resultados

O consumo de concentrado e o crescimento dos animais pelo peso recebendo diferentes aditivos em dieta com alto teor de concentrado em pastejo foram similares. O uso da Monensina não levou a limitações ( $P>0,05$ ) no consumo de concentrado quando comparado ao uso de óleos funcionais ou de Narasina (Fig. 2).



**Fig. 2.** Consumo médio diário de concentrado (kg/d) e erros padrões das médias de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares, avaliadas dentro de cada mês do experimento.

<sup>1</sup> OF, óleos funcionais.

A principal variação observada no consumo médio diário ( $P<0,05$ ) foi devida aos ajustes da quantidade do fornecimento da dieta a cada período de 28 dias, de acordo com o crescimento em peso dos animais. Sem essas variações, observou-se apenas pequenas oscilações no consumo diário de concentrado durante a fase inicial do experimento.

Os tratamentos aqui avaliados também não apresentaram efeito ( $P>0,05$ ) sobre o peso final ou o ganho de peso das novilhas (Tabela 4). Por fim, não se observaram diferenças ( $P<0,05$ ) nas características de carcaça (peso de carcaça quente, rendimento de

carcaça e acabamento de gordura) entre os animais que receberam os diferentes aditivos (Tabela 4).

#### Tabela 4

Desempenho e características de carcaça de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares

<sup>1</sup> Variáveis	Aditivos alimentares <sup>2</sup>			C.V %	Valor P
	Monensina	Narasina	OF		
PesoFin	388,7	386,5	392,8	7,46	0,896
Peso <sub>carcq</sub>	216,8	214,6	219,5	6,97	0,813
Rend <sub>carcq</sub>	54,3	53,3	54,3	3,22	0,452
Rend <sub>carcjej</sub>	55,3	54,7	54,9	3,51	0,821
GMD	911	897	962	23,38	0,923
Acabamento	5,87	5,75	5,50	11,1	0,493

<sup>1</sup>PesoFin, peso vivo final (kg), Pesocarcq, peso de carcaça quente (kg); Rendcarcq, rendimento de carcaça quente (%); Rendcarcjej, Rendimento de carcaça em jejum (%); Acabamento, escore de acabamento de gordura; GMD, ganho médio diário (gramas).

<sup>2</sup>OF, óleos funcionais.

Os tratamentos também não afetaram ( $P>0,05$ ) nenhuma das medidas biométricas analisadas dos animais (Tabela 5).

#### Tabela 5

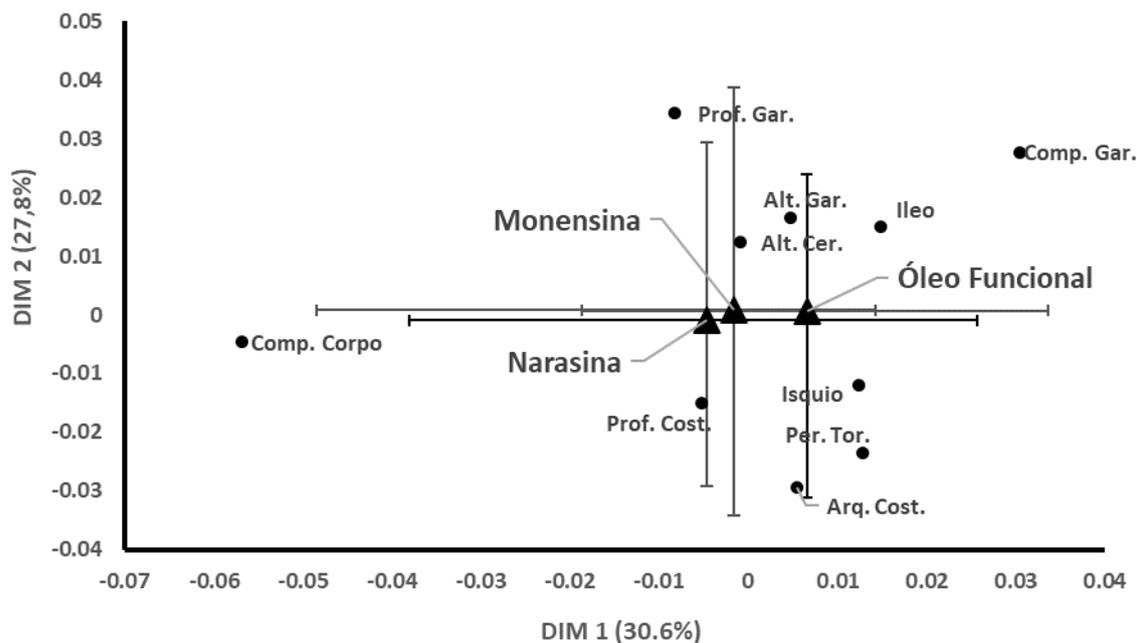
Desenvolvimento corporal de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares

<sup>1</sup> Variáveis	Aditivos alimentares <sup>2</sup>			C.V %	Valor P
	Monensina	Narasina	OF		
AltCernelha	130,1	131,6	131,0	2,67	0,762
AltGarupa	131,8	133,3	131,3	2,82	0,636
ProfGarupa	48,8	50,6	49,6	7,34	0,690
ProfCostela	60,4	60,8	59,5	4,74	0,715
CompCorpo	80,8	84,0	80,1	7,05	0,485
CompGarupa	40,8	42,3	42,2	5,16	0,422
ArqCostela	54,2	55,6	55,8	6,82	0,731
Ílio	44,5	45,2	45,8	4,21	0,537
Ísquio	26,0	26,6	26,5	6,17	0,765
PerTorácico	173,6	178,5	175,7	4,19	0,537

<sup>1</sup>AltCernelha, altura de cernelha (cm); AltGarupa, altura de garupa (cm); ProfGarupa, profundidade de garupa (cm); ProfCostela, profundidade de costela (cm); CompGarupa, comprimento de garupa (cm); ArqCostela, arqueamento de costela (cm); Ílio (cm); Ísquio (cm); PerTorácico, perímetro torácico (cm).

<sup>2</sup>OF, óleos funcionais.

A análise de correspondência mostrou 30,6% e 27,8% de explicação da variabilidade total nas dimensões 1 (eixo X) e 2 (eixo Y), respectivamente (Fig. 3). Esta análise mostrou que as medidas biométricas (MB) dos animais de cada tratamento são bem relacionadas entre si. Por outro lado, entre as MB avaliadas, a maioria mostrou relação próxima com todos os tratamentos, com exceção do comprimento de garupa e do comprimento do corpo, que se encontram graficamente mais deslocados. Caso algum tratamento estivesse mais próximo a uma destas MB, este poderia ser associado à MB, indicando uma alteração na MB ao se adotar o tratamento. No presente caso, nenhum tratamento pôde ser associado a uma ou mais MB específica, o que reforça a semelhança no desenvolvimento corporal dos animais que recebiam os diferentes aditivos nutricionais.



**Fig. 3.** Análise de correspondência das medidas biométricas e aditivos alimentares de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado.

#### 4. Discussão

Uma dieta com alto teor de concentrado sem uma adaptação adequada, ou sem a utilização de um aditivo para estabilizar o funcionamento ruminal, pode trazer diversos riscos para os bovinos. Isto se deve ao efeito substitutivo, que leva o animal a reduzir o consumo de pasto a quantidades críticas para uma ingestão adequada de fibra. Nesta situação, a degradação dos carboidratos fibrosos é reduzida devido ao aumento da acidez ruminal, inerente ao excesso de energia fermentável no rúmen, o que pode levar ainda a uma diminuição do consumo e do ganho de peso dos animais (Valadares filho e Pina, 2011; Medeiros e Marino, 2015). Considerando o desempenho dos animais do presente estudo, todo esse processo parece ter sido minimizado de forma semelhante com o uso dos tratamentos avaliados.

Marino e Medeiros (2015) destacaram que os ionóforos não alteram o ganho de peso de animais recebendo dietas com alto teor de concentrado. Todavia, segundo estes autores, ocorre uma redução de consumo da dieta, o que não é observado com uma participação maior de forragens na dieta. Com isso em mente, a não ocorrência de redução no consumo de concentrado quando se utilizou estes aditivos no atual experimento, mesmo com um fornecimento de grande quantidade deste concentrado, pode ser explicada pela boa oferta de pasto (Tabela 2) aos animais.

Também Silva et al. (2019) avaliando duas doses (30 e 40 mg/kg MS), que são 20 e 60%, respectivamente, maiores que a aqui avaliada de Monensina (25 mg/Kg MS) e uma dose de 400 mg/kg de MS de óleos funcionais de caju e mamona (20% a menos que o aqui avaliado), em uma dieta com 92% de concentrado, para 48 touros Nelore, com o peso corporal inicial de  $322 \pm 33$  kg, confinados por 120 dias, não observaram efeito dos aditivos sobre o ganho médio diário ou sobre o peso final dos bovinos.

Por outro lado, Purevjav et al. (2013) utilizando 120 novilhos, mestiços de Angus, em confinamento, com peso corporal inicial de  $344 \pm 10$  kg, com 81,8% de concentrado, verificaram que, ao se comparar uma dose semelhante aqui analisada (500 mg/kg de MS dia de óleos funcionais de caju e mamona) com 223 mg/animal/dia de Monensina (cerca de 30% a mais do que foi fornecido aqui), foi possível se observar um maior ganho médio diário dos animais que receberam a Monensina, sem que isto afetasse o consumo e o peso final dos animais.

A Narasina, por sua vez, é um ionóforo que possui poucos estudos recentes e, entre estes, não foi possível localizar algum em que este aditivo tenha sido utilizado em dietas com alto teor de concentrado em pastejo. Polizel et al. (2019) analisaram as doses de 13 e 20 mg/kg de MS/dia, em 30 novilhos Nelore fistulados, em baias por 140 dias, com peso corporal inicial de  $281 \pm 21$  kg, recebendo feno de Tifton-85 e concentrado (na proporção de 50:50, de milho e casca de soja) *ad libitum* e não observaram nenhum efeito no consumo total de matéria seca com a inclusão de Narasina.

Polizel et al. (2017) avaliaram as doses de 13 mg e 20 mg/kg de MS/dia de Narasina em 240 novilhos Nelore, com  $177 \pm 0,21$  kg, em pastejo de *Brachiaria brizantha*. As doses de Narasina foram adicionadas a mistura mineral ajustando a concentração a cada período (28 dias), de acordo com a ingestão do consumo de mineral e 2,5% do CMS total dos animais. Os autores não observaram limitação no consumo de mineral e houve aumento do ganho médio diário dos animais com a inclusão de Narasina (13 mg e 20 mg) comparado ao dos que recebiam o tratamento sem Narasina, sem que houvesse diferença entre as doses (0,585 e 0,585 kg/dia, respectivamente).

Estudando a avaliação de MB em bovinos, Fernandes et al. (2010) e Cyrillo et al. (2012), relataram que estas, além de estimar o crescimento (variações no peso corporal) dos animais, podem prever e se correlacionar com aspectos importantes da composição

corporal como: o rendimento de carcaça, proporções específicas de componentes corporais e rendimento de alguns cortes comerciais. Neste sentido, Rosa et al. (2014) observaram ainda correlações positivas entre a altura da garupa e da cernelha, a largura de peito e de ísquios e o perímetro torácico com o peso ao abate, o peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça de novilhos nelore.

Assim, a falta de variação, aqui observada, nas MB entre os animais que receberam diferentes aditivos deve-se, pelo menos em parte, ao desenvolvimento corporal semelhante e à fase de desenvolvimento em que as novilhas se encontravam durante o experimento. Inicialmente, pode-se assumir que o crescimento dos tecidos ósseos das novilhas já estava próximo de seu limite, uma vez que as mesmas apresentaram pequeno crescimento da altura de cernelha (em torno de 6 cm em média) e um crescimento ainda menor da altura de garupa (em torno de 2 cm, em média), enquanto ganhavam cerca de 100 kg de peso corporal durante o experimento.

Não foram encontrados na literatura estudos que avaliassem o efeito da Monensina, da Narasina ou dos OF sobre as MB. Assim, seria interessante que se desenvolvessem mais estudos sobre o efeito desses aditivos sobre as MB e outras características que avaliem o desenvolvimento corporal.

Apesar dos trabalhos de Goodrich et al. (1984), Felix e Loerch (2011) e Gomes et al. (2012) ratificarem o entendimento generalizado de que o uso de ionóforos não afeta as características de carcaça de animais recebendo dietas com alto teor de concentrado, Ladeira et al. (2014), utilizando 40 machos da raça Red Norte, com peso corporal inicial de  $359 \pm 47$  kg, confinados por um período de 84 dias, analisando a inclusão ou não de Monensina, em uma dieta com grãos de soja crua ou gordura protegida, observaram que a Monensina não afetou o ganho médio diário ou o peso de carcaça dos animais, mas

proporcionou um aumento no rendimento de carcaça. Segundo os autores, este maior rendimento de carcaça pode ter sido devido à maior disponibilidade de energia da dieta.

Na mesma linha, observaram-se poucos estudos sobre o efeito dos óleos funcionais nas características de carcaça. Zawadzki et al. (2013), no entanto, utilizando 32 touros Purunã jovens, com peso corporal inicial de 191 kg, alimentados com dieta a base de silagem de milho e concentrado na proporção de 40:60 (farelo de soja, milho em grão e minerais), avaliaram o uso de óleos funcionais de caju e mamona (na dose de 3 g/animal/dia, cerca de 90% da dose aqui utilizada), e observaram valores superiores no peso e no rendimento de carcaça quando comparados ao controle sem aditivos.

Por fim, é interessante ressaltar que a maioria dos estudos também não observou efeito significativo na comparação dos óleos funcionais com a Monensina sobre o peso ou o rendimento de carcaça (Chaves et al., 2008; Jedlicka et al., 2009; Melo et al., 2016b).

Como o enchimento ruminal e o tamanho do trato gastrointestinal (TGI) são os principais fatores a influenciar o rendimento de carcaça mesmo após as 16 horas de jejum pré-abate (Ladeira et al., 2014; Macitelli et al., 2005), embora não se tenha registrado o peso ou o tamanho do TGI dos animais deste experimento, pode-se inferir, pela semelhança de consumo da ração concentrada e pela sua participação na dieta, que o peso do TGI cheio foi semelhante entre os grupos de animais que receberam os diferentes aditivos, o que justificaria o rendimento de carcaça semelhante aqui observado. Adicionalmente, um efeito semelhante dos aditivos na otimização da eficiência de utilização da energia dietética para o ganho de peso do animal (como já mencionado pelos autores) também pode explicar a semelhança no acabamento de gordura aqui observada.

Os efeitos da Monensina, da Narasina e dos OF sobre os aspectos produtivos dos animais avaliados neste experimento foram semelhantes. Considerando-se esta ausência de diferença produtiva entre os animais que receberam os diferentes aditivos e a não

ocorrência de distúrbios digestivos ou metabólicos clínicos durante o experimento, pode-se considerar que, nas doses aqui avaliadas, a escolha do tipo de aditivo a se utilizar para a terminação de novilhas em pastejo com dietas de alto teor de concentrado deve recair em critérios de economicidade e praticidade de aquisição.

## **5. Conclusões**

Nas condições deste experimento o blend de óleos funcionais à base de óleos de caju e mamona pode ser utilizado em substituição aos antibióticos ionóforos Narasina e Monensina, sem alteração no desempenho e características de carcaça de novilhas recebendo alto concentrado em terminação intensiva a pasto.

## **Conflito de interesses**

Não há conflito de interesses para nenhum dos autores.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem imensamente à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, ao Grupo de Pesquisa Ruminantes pelo apoio na coleta de dados e desenvolvimento experimental, e as empresas Oligo basics<sup>®</sup> pelo fornecimento do produto Essential<sup>®</sup> e a União Nutrição Animal<sup>®</sup> pelo fornecimento dos produtos Zimprova<sup>®</sup> e Rumensin<sup>®</sup>.

## Referências

- Appuhamy, E.F., Brypen, W.L. 2013. Perspectives on ruminant nutrition and metabolism in dairy and beef cattle: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96, 1-13. <https://doi.org/10.1079/NRR19980014>.
- Bretschneider, G., Elizalde, J.C., Pérez, F.A. 2008. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. *Livestock Sci.* 114, 135-149. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.017>.
- Bridi, A.M., Constantino, C., Tarsitano, M. A. Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. In: *Simpósio de Produção Animal a Pasto, 1, Anais. Maringá/SIMPAPASTO, 2011, Maringá, Paraná, 2011.* p 311-332.
- Chaves, A.V., Stanford, K., Gibson, L.L., McAllister, T.A., Benchaar, C. 2008. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45, 396-408. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.016>.
- Cobellis, G., Trabalza-Marinucci, M., Marcotullio, M.C., Yu, Z. 2016. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 215, 25-36. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.008>.
- Cyrillo, J.N.S.G., Nardon, R.F., Mercadante, M.E.Z., Bonilha, S.F.M., Arnandes, R.H.B. 2012. Relações entre medidas biométricas, características de carcaça e cortes cárneos comerciais em Zebu e caracu. *B. Indústr. Anim.* 69, 071-077. <http://iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1041>.

- Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T, Saliba, E.O. S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., Azevedo, J.A.G. 2012. Métodos para análise de alimentos. 2 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. 214.
- Duarte, C.F.D., Paiva, L.M., Fernandes, H.J., Biserra, T.T., Fleitas, A.C., Da Silva, A.O. Métodos para determinação da dinâmica de perfilhamento de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. 2018. Rev. Acad. Ciênc. Anim. 16, 15-20. <http://dx.doi.org/10.7213/academica.16.2018.03>.
- Durmic, Z., Blache, D. 2012. Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. Anim. Feed Sci. Technol. 176, 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.018>.
- Ellis, J.L., Dijkstra, J., Bannink, A., Kebreab, E., Hook, S.E., Archibique, S., France, J. 2012. Quantifying the effect of Monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain fed beef cattle. J. Anim. Sci. 90, 2717-2726. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3966>.
- Euclides V.P.B., Montagner D.B., Macedo M.C.M., De Araújo A.R., Difante, G.S., Barbosa R. A. 2019. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisade grass in the Brazilian savannah. Grass Forage Sci. 1, 1-13. <https://doi.org/10.1111/gfs.12422>.
- Euclides, V.P.B., Montagner, D.B., Barbosa, R.A., Nantes, N.N. 2014. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. Rev. Ceres. 61, 808-818. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000006>.
- Felix, T.L., Loerch, S.C. 2011. Effects of haylage and Monensin supplementation on performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism of feedlot cattle fed diets containing 60% dried distillers grains. J. Anim. Sci. 89, 2614-2623. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3716>.

- Fernandes, H.J., Tedeschi, L.O., Paulino, M.F., Paiva, L.M. 2010. Determination of carcass and body fat composition of grazing crossbred bulls using body measurements. *J. Anim. Sci.* 88, 1442-1453. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1919>.
- Gomes, R.C., Sainz, R.D., Silva, S.L., César, M.C., Bonin, M.N., Leme, P.R. 2012. Feedlot performance, feed efficiency reran king, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Science.* 150, 265-273. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.012>.
- Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D.R., Kirick, M. A., Larson, D.A., & Meiske, J.C. (1984). Influência da monensina no desempenho do gado. *Journal of animal science*, 58(6), 1484-1498. <https://doi.org/10.2527/jas1984.5861484x>
- Jedlicka, M.E., Purevjav, T., Conover, A.J., Hoffman, M.P., Pusillo, G. 2009. Effects of functional oils and monensin alone or in combination on feedlot cattle growth and carcass composition. *Animal Industry Report.* 655, 46. 2009. [https://doi.org/10.31274/ans\\_air-180814-464](https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-464).
- Ladeira, M.M., Machado Neto, O.R., Santarosa, L.C., Chizzotti, M.L., De Oliveira, D.M., DE Carvalho, J.R.R., Alves, M.C. 2014. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. *Pesq. Agropec. Bras.* 49, 728-736. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014000900009>.
- Macitelli, F., Berchielli, T.T., Da Silveira, R.N., De Andrade, P., Lopes, A.D., Sato, K.J., Barbosa, J.C. 2005. Biometria da Carcaça e Peso de Vísceras e de Órgãos Internos de Bovinos Mestiços Alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. *R. Bras. Zootec.* 34, 1751-1762. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000500037>.
- Marino, C.T., Medeiros, S.R. 2015. Aditivos alimentares em bovinos de corte. In: Nicacio, A.C., Nuñez, A. J.C., Marino, C.T., Nogueira, É., Feltrin, G. B., De Oliveira, L.O.F.,

- Albertini, T.Z. Nutrição de Bovinos de Corte Fundamentos e Aplicações. Brasília, DF: Embrapa. 97 – 106.
- Medeiros, S.R., Marino, C.T. 2015. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: Nicacio, A.C., Nuñez, A.J.C.; Marino, C.T., Nogueira, É., Feltrin, G.B., De Oliveira, L.O.F., Albertini, T.Z. Nutrição de Bovinos de Corte Fundamentos e Aplicações. Brasília, DF: Embrapa. 29 – 44.
- Melo, A.F., Moreira, J.M., Ataídes, D.S., Guimarães, A.M., Loiola, J.L., Oliveira, R.Q. 2016. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. PUBVET. 10, 785-794. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n10.785-794>.
- Melo, A.C., Pereira, M.C, Rigueiro, A.L., Watanabe, D.H.M., Squizatti, M.M., Tomaz, L.A., Dellaqua, J.V., Souza, O.A., Santi, P.F., Lelis, A.L.J., Toledo, A.F., Millen, D.D. 2016 Effects of feeding functional oils or monensin on feedlot performance and carcass traits of Nellore cattle. J. Anim. Sci. 94, 763-764. <https://doi.org/10.2527/jam2016-1572>.
- National Research Council. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washinton, 381p.
- Polizel, D.M., Barbosa, M.J.P.T., Cappelloza, B.I., Lopez, C.N., Ferraz Junior, M.V.C., Gobato, L.G.M., Gonçalves, J.R.S., Pires, A.V. 2017. The addition of Narasina into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers. J. Anim. Sci. 95, 267. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.545>.
- Polizel, D.M., Cappellozza, B.I., Hoe, F., Lopes, C.N., Barroso, J. P., Miszura, A., Oliveira, G.B., Gobato, L., Pires, A.V. 2019. Effects of Narasin supplementation on dry matter intake and rumen fermentation characteristics of *Bos indicus* steers fed a high-forage diet. Translational Anim. Sci. 4, 118-128. <https://doi.org/10.1093/tas/txz164>.

- Purevjav, T., Hoffman, M.P., Ishdorj, A., Conover, A.J., Jedlicka, M.E., Prusa, K. 2013. Effects of functional oils and Monensin on cattle finishing programs. *The Prof. Anim. Sci.* 29, 426-434. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30256-4](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30256-4).
- Resende, F.D., Siqueira, G.R., Oliveira, I.M. 2018. Entendendo o conceito BOI 777. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda. 256.
- Rosa, B.L., Sampaio, A.A.M., De Oliveira, E.A., Henrique, W., Pivaro, T.M., De Andrade, A.T., Fernandes, A.R., Mota, D.A. 2014. Correlações entre medidas corporais e características das carcaças de tourinhos Nelore terminados em confinamento. *B. Indústr. Anim.* 71, 371-380. <https://doi.org/10.17523/bia.v71n4p371>.
- Silva, A.P.S., Zotti, C.A., Carvalho R.F., Corte, R.R., Cônsolo, N.R.B., Silva, S.L., Leme P.R. 2019. Effect of Replacing Antibiotics with Functional Oils Following Na Abrupt Transition to High-Concentrate Diets on Performance and Carcass Traits of Nelore Cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 247, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.015>.
- Valadares Filho, S.C., Pina, D.S. 2011. Fermentação ruminal. In: *Nutrição de ruminantes*. Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. 565-591.
- Zawadzki, F., Bonafé, E.G., Prado, R.M., Valero, M.V., Visentainer, J.V., Prado, I.N. 2013. Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass a *Longissimus dorsi* characteristics. *Meat Science*. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3492>.

**CAPÍTULO 3 – EFEITOS DE IONÓFOROS E OLÉOS FUNCIONAIS NO  
COMPORTAMENTO DIURNO DE NOVILHAS NELORE RECEBENDO UMA  
DIETA COM ALTO TEOR DE CONCENTRADO EM TERMINAÇÃO  
INTENSIVA A PASTO**

Este artigo está redigido de acordo com as normas para publicação no periódico *Animal Behaviour*, excetuando-se o idioma.

Effects of ionophors and functional oils on the day behavior of nelore heifers  
receiving high grain in pasture intensive termination

A. C. Fleitas<sup>a\*</sup>, H. J. Fernandes<sup>a</sup>

*<sup>a</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do sul, Brazil.*

\*Corresponding author. Tel: 67 999139193; E-mail: alex.c.fleitas@gmail.com

## Resumo

Objetivou-se avaliar a substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais à base de óleo de caju e mamona sobre o comportamento diurno de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Maria, no município de Anastácio, no Estado de Mato Grosso do Sul. Utilizaram-se 27 bovinos, Nelore, fêmeas com idade média de 18 meses e peso corporal inicial de  $294,2 \pm 16,5$  kg. Os tratamentos utilizados foram três aditivos alimentares: a Monensina (25 mg/kg de MS de concentrado), a Narasina (13 mg/kg de MS de concentrado) e óleos funcionais OF à base de mamona e caju (500 mg/kg de MS de concentrado). As atividades comportamentais registradas durante as observações foram: tempo em pé (TE), tempo deitado (TD), tempo andando (TA), tempo de pastejo (TP), tempo no cocho (TC), tempo bebendo água (TB), número de visitas no cocho (NVC) e foram calculados o comendo total (COMtot), atividade total (ATIVtot). Os animais que receberam Monensina ficaram maior tempo no cocho ( $P < 0,05$ ), seguido depois pelo OF e por menor tempo ( $P < 0,05$ ) os animais que receberam Narasina. O maior ( $P < 0,05$ ) tempo de pastejo foi observado com a Narasina. Foi constatado que os animais que receberam OF visitaram mais vezes ( $P < 0,05$ ) o cocho em relação aos animais que receberam Monensina e Narasina. Conclui-se que o comportamento das novilhas em terminação a pasto foi afetado pelos aditivos alimentares. Nas condições deste experimento, o uso da Narasina levou os animais há dois comportamentos distintos como: início de pastejo ao amanhecer e maior tempo de pastejo diurno.

*Palavras-chave:* ácido ricinoleico, antibióticos, cardanol, cardol, Monensina, Narasina.

## **1. Introdução**

Os bovinos em pastejo, ingerindo dietas com baixo teor de energia, apresentam um comportamento ingestivo com longos períodos de alimentação, sendo de 4 a 12 horas diárias (Burger et al., 2000). Entretanto, não temos muitos resultados sobre o comportamento ingestivo de bovinos em terminação a pasto, recebendo alto concentrado (até 2% do peso corporal) e aditivos alimentares (moduladores fermentativos), e de que forma isso pode modificar sua atividade comportamental.

O desempenho é afetado pelas atividades comportamentais individuais e em grupos, bem como pelo tipo da dieta ofertada, condições climáticas e manejo adotado (Santana Junior et al., 2013). Modificação na atividade comportamental dos bovinos, podem, então, ter reflexos no desempenho animal. Por exemplo, animais mantidos em confinamento apresentam melhores desempenhos em relação aos animais mantidos a pasto, em parte, por ficarem mais tempo em ócio (Souza et al., 2007).

Quando se discute sobre o uso de antibióticos ionóforos, como promotores de crescimento na alimentação de ruminantes, há uma discussão sobre as restrições que vêm sendo adotadas por questões de segurança alimentar e saúde humana (Morais et al., 2011). Uma vez que esses antibióticos ionóforos podem levar a uma resistência das bactérias, chamada resistência cruzada, aos antibióticos utilizados na saúde humana, a união europeia banuiu a sua utilização desde 2003 (Evans et al., 2005). Essas restrições limitam a utilização desses antibióticos na produção e exportação de carnes do Brasil.

Desse modo, para atender à legislação internacional e à crescente preocupação dos consumidores, novos estudos com substâncias naturais vêm sendo realizados na busca por aditivos que possam substituir esses antibióticos ionóforos. Dentre esses aditivos naturais, se destacam os óleos funcionais de extrato de plantas, que vêm apresentando resultados semelhantes aos ionóforos (Cobellis et al., 2016).

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição dos antibióticos ionóforos Monensina e Narasina por um blend de óleos funcionais a base de óleo de caju e mamona sobre o comportamento diurno de novilhas (*Bos indicus*) recebendo uma dieta com alto teor de concentrado em terminação intensiva a pasto.

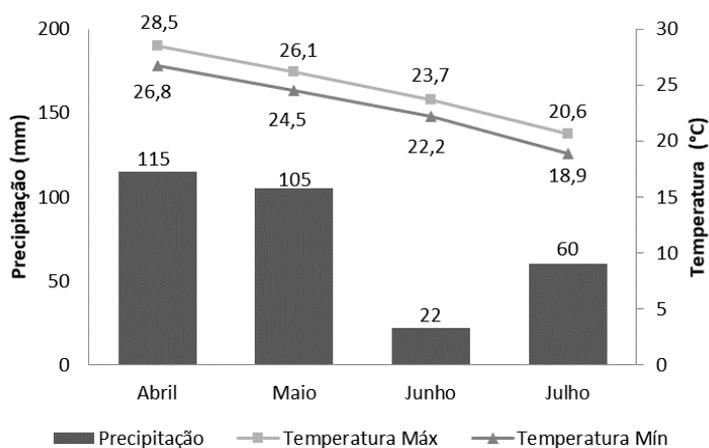
## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida de acordo com a legislação brasileira sobre o uso de animais, e todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana, sob o protocolo n° 005/2019.

### 2.1 Local do experimento de campo

O experimento foi realizado entre abril e julho de 2019, na Fazenda Santa Maria, em Anastácio, MS, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude  $-20^{\circ}37'59.37''$  S e Longitude  $-55^{\circ}52'38.58''$  O e altitude de 754 m.

Os dados meteorológicos, como a precipitação (coletada no local por pluviômetro) e as temperaturas máxima e mínima (coletadas do site do Instituto Nacional de Meteorologia, Inmet, 2019) foram registrados durante todo o período experimental (Fig. 1).



**Fig. 1.** Médias de precipitação e temperatura ambiente durante o período experimental em Anastácio – MS (2019).

## 2.2 Animais, tratamentos e dieta utilizados

Utilizaram-se 27 bovinos Nelore, fêmeas, com idade média entre 18 meses e peso corporal inicial de (PC)  $294,2 \pm 16,5$  kg. Esses animais foram individualmente identificados e divididos em três grupos, com nove animais cada, e os tratamentos aleatoriamente distribuídos aos grupos. Cada grupo foi alojado em um piquete de 2 hectares, contendo cochos sem cobertura (0,45 m lineares/animal) e bebedouros, em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A cada sete dias os grupos eram rotacionados nos pastos, para se evitar efeitos dos mesmos sobre a resposta animal.

Os animais já consumiam suplemento concentrado ao nível de 0,5% do PC antes do período experimental, e foram adaptados às dietas de forma gradativa por 15 dias, iniciando-se o fornecimento das dietas experimentais em 1,0% do PC, e aumentando-se 0,5% do PC a cada 5 dias, até atingirem um consumo de concentrado próximo a 2% do PC.

No início do experimento, os animais foram pesados em jejum de sólidos de 16 horas e neste momento fez-se também a vermifugação contra ecto e endoparasitas (com produto a base de moxidectina a 1%), como medida profilática.

Foram avaliados três aditivos alimentares, sendo: dois antibióticos ionóforos - Monensina (produto comercial Rumensin<sup>®</sup>; Elanco Animal Health, Clinton, Indiana, EUA), com inclusão de 25 mg/kg de MS de concentrado, e Narasina (produto comercial Zimprova<sup>®</sup>; Elanco Animal Health, Clinton, Indiana, EUA), com inclusão de 13 mg/kg de MS de concentrado; e um aditivo à base de óleos funcionais (produto comercial Essential<sup>®</sup>; Oligo Basics Agroindustrial, Cascavel, Paraná, Brasil), composto por extrato de caju (Líquido Casca Castanha Caju – 400 g/kg, cardol - 40 g/kg e cardanol - 200 g/kg) e extrato de mamona (ácido ricinoleico – 90 g/kg), com inclusão de 500 mg/kg de MS de concentrado com base na recomendação do fabricante.

O concentrado ofertado era composto por 91,7% de milho; 5,07% de farelo de soja; 1,6% de ureia; 0,13% de enxofre e 1,5% de núcleo mineral (Fosbovi Engorda<sup>®</sup>, DSM Nutritional Product Ltda). Os aditivos eram acrescentados ao concentrado em misturador manual com capacidade de 100 litros, imediatamente antes do fornecimento. Os horários de fornecimento eram às 08:30 h (60% do fornecimento diário) e às 14:30 h (40% do fornecimento diário).

### 2.3 Coleta de dados

A avaliação do comportamento diurno foi realizada nos meses de maio e junho por oito dias não consecutivos. Os animais foram identificados, individualmente, com letras e números utilizando tinta para cabelo escura. As marcações foram feitas no costado e na anca dos animais para garantir melhor visibilidade para a identificação a distância (Figura 2).



**Figura 2.** Demarcação de animais para avaliação comportamental.

Foram utilizados três observadores a cada turno de observação (trocando a cada três horas), distribuídos em dois pontos de observação (um em cada lado da área experimental), sendo um destes em uma base elevada e o outro ao nível do solo. Os observadores utilizavam binóculos para observação dos animais e rádios para se comunicarem entre si.

As atividades comportamentais dos animais foram registradas individualmente, das 06:00 h às 18:00 h, com intervalos de 5 minutos, como recomendado por De Carvalho et al. (2011). Os comportamentos foram considerados uniformes nos cinco minutos entre

observações e as atividades comportamentais registradas foram: os tempos em: em pé (TE), deitado (TD), andando (TA), pastejo (TP), comendo no cocho (TC) e bebendo água (TB).

A partir dos registros comportamentais, foram calculados ainda o número de visitas ao cocho (NVC), o tempo total despendido comendo ( $COM_{tot} = TC + TP$ ), o tempo total em atividade ( $ATIV_{tot} = TA + TB + TC + TP$ ).

Além da observação do tempo diurno total de 12 horas, as observações foram avaliadas por período: “início da manhã”, com as observações das 06:00 h às 09:00 h; “fim da manhã” com as observações das 09:00 às 12:00 h; “início da tarde” com as observações das 12:00 h às 15:00 h, e; “fim da tarde” com as observações das 15:00 h às 18:00 h.

#### *2.4 Análises estatísticas*

Os dados foram analisados como um delineamento inteiramente casualizado, com os animais representando as unidades experimentais e as observações individuais dos diferentes dias avaliadas como medidas repetidas no tempo em cada animal. Na análise de dados foi utilizado o PROC GLIMMIX do software SAS University (SAS Institute Inc., Cary, CA, EUA).

Estimou-se ainda a primeira e a segunda variáveis canônicas, utilizando-se o PROC CANDISC, além da correlação de Pearson entre as atividades comportamentais e o ganho de peso dos animais (Capítulo 2), utilizando-se o PROC CORR, ambos procedimentos do mesmo software. Adotou-se o nível de significância de 5%, com tendências declaradas quando em  $0,05 < P < 0,10$ .

### 3. Resultados

Houve uma tendência ( $P < 0,10$ ) de alteração em quase todos os tempos de comportamentos diurnos individuais (12 horas de observação) entre os animais que recebiam diferentes aditivos alimentares (Tabela 1). De fato, apenas o tempo despendido deitado e o tempo total comendo não foram afetados ( $P > 0,10$ ) pelo tipo de aditivo recebido no concentrado.

Os animais que recebiam os OF passaram mais ( $P < 0,05$ ) tempo caminhando e bebendo água que os que recebiam aditivos ionóforos. Estes animais também fizeram mais ( $P < 0,05$ ) visitas ao cocho que os que recebiam os demais tratamentos durante o período diurno.

Os animais que recebiam a Narasina, por sua vez, despenderam mais ( $P < 0,05$ ) tempo em pé e pastejando que os que receberam Monensina ou OF. Já os que receberam Monensina passaram mais ( $P < 0,05$ ) tempo consumindo o concentrado, seguidos pelos que receberam os OF, tendo os que receberam Narasina despendido menos ( $P < 0,05$ ) tempo neste consumo.

**Tabela 1**

Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental diurna por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos

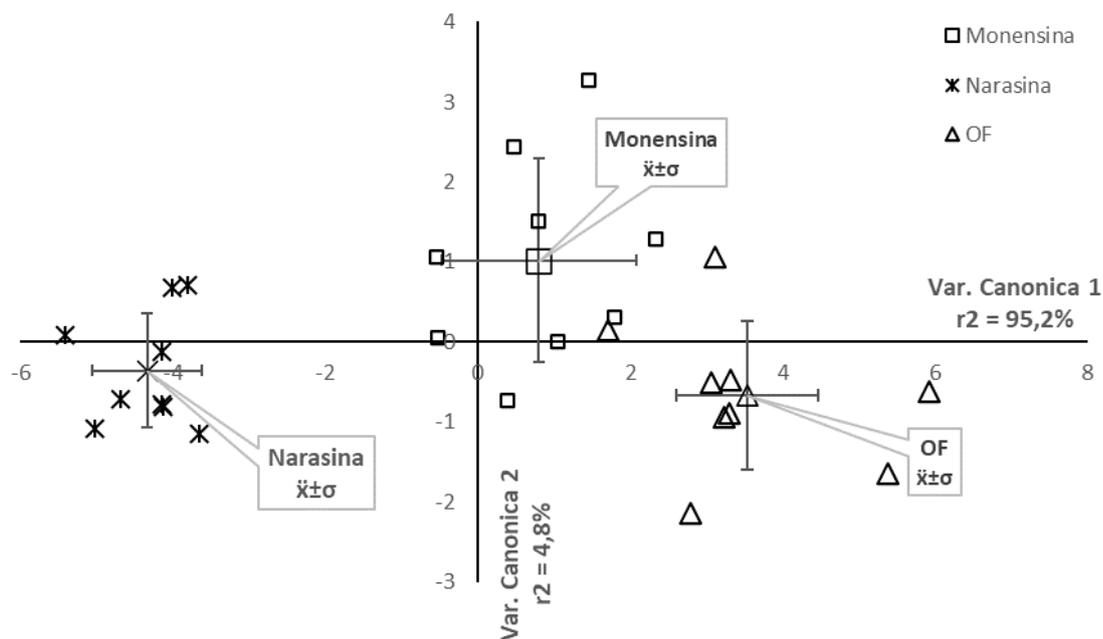
Atividades comportamentais (min) <sup>1</sup>	Aditivos alimentares <sup>2</sup>			Valor <i>P</i>
	Monensina	Narasina	OF	
COMTot	198±3,60	198±3,60	189±3,60	0,138
ATIVtot	221±3,55	211±3,55	222±3,55	0,080
TA	18,9±0,813b	10,5±0,813c	28,1±0,813a	<,001
TD	333±5,88	322±5,88	329±5,88	0,440
TE	139±4,49b	160±4,49 <sup>a</sup>	143±4,49b	0,007
TC	78,7±1,57 <sup>a</sup>	58,3±1,57c	71,9±1,57b	<,001
NVC	5,18±0,136b	4,05±0,136c	5,91±0,136a	<,001
TP	119±3,44b	139±3,44 <sup>a</sup>	117±3,44b	<,001
TB	4,03±0,482ab	2,85±0,482b	5,00±0,482a	0,015

<sup>1</sup>COMTot: Tempo total comendo; ATIVtot: Tempo total em atividade; TA: Tempo andando; TD: Tempo deitado; TE: Tempo parado em pé; TC: Tempo no cocho; NVC: número de visitas por animal ao cocho; TP: Tempo de pastejo; TB: Tempo bebendo água.

<sup>2</sup>OF: Óleos funcionais. Teste de média  $0,05 < P < 0,10$ .

A análise das variáveis canônicas das atividades comportamentais diurnas permitiu avaliar se os tratamentos aqui avaliados foram capazes de alterar o comportamento diurno dos animais experimentais considerado como um todo. Os valores das variáveis canônicas 1 (a qual explicou 95,2% da variabilidade comportamental total dos animais do experimento) dos animais recebendo os OF é maior que o dos demais animais, seguidos pelos dos que recebiam Monensina. Já os animais que recebiam Narasina foram os que tiveram os menores valores para esta variável (Figura 3). A variável canônica 2 (eixo Y, e que responde por apenas 4,8% da variabilidade comportamental total) mostra pouca diferença entre o comportamento dos animais que recebiam os diferentes aditivos no

concentrado. Isto é coerente com a menor variabilidade comportamental associada a esta segunda variável canônica.



**Figura 3.** Distribuição da primeira (eixo y) e a segunda (eixo x) variáveis canônicas do comportamento de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares.

<sup>1</sup> OF, Óleos funcionais.

A avaliação das distâncias quadráticas entre as variáveis canônicas 1 e 2, mostraram que todas estas diferenças observadas entre o comportamento diurno dos animais recebendo os diferentes aditivos foram significativas ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

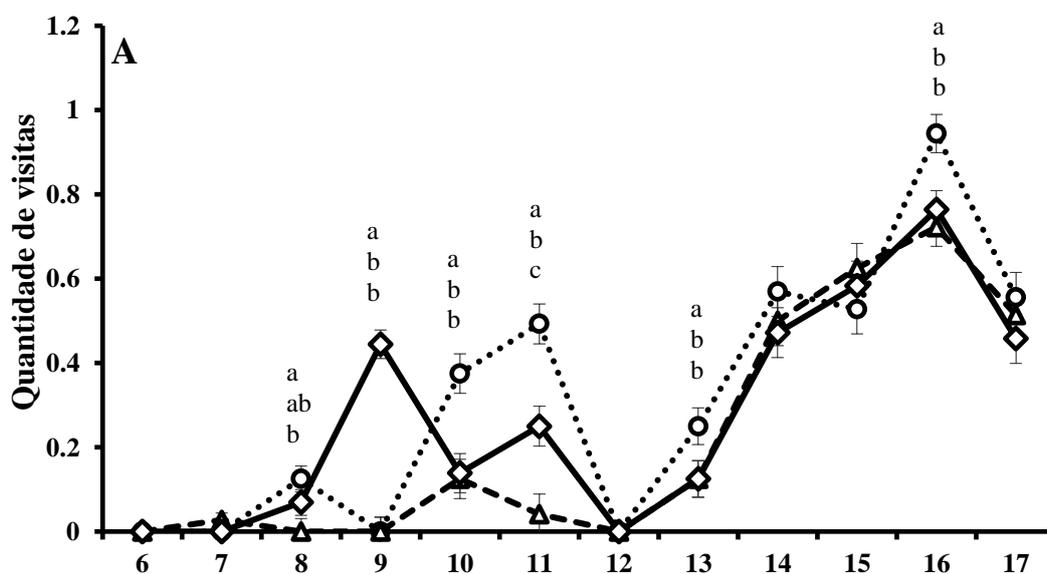
**Tabela 2**

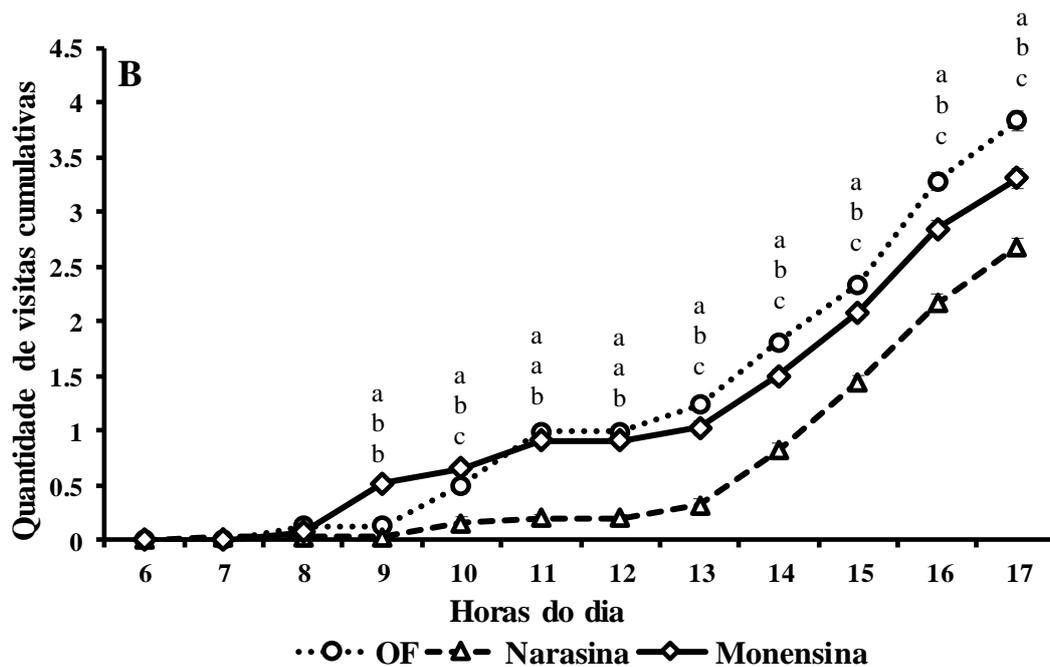
Distância quadrática e valor-*P* da distância de Mahalanobis para a distância quadrática das primeira e segunda variáveis canônicas de comportamento diurno de novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares

Aditivos <sup>1</sup>	Monensina	Narasina	OF
Monensina	--	28,3	10,3
		<0,001	0,001
Narasina	--	--	62,1
			<0,001
OF	--	--	--

<sup>1</sup>OF: Óleos funcionais.

Observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre o número médio de visitas ao cocho (NVC) dos animais que recebiam os diferentes aditivos alimentares em diversas horas avaliadas (Figura 4).





**Figura 4.** Efeito dos aditivos alimentares na quantidade de visitas das novilhas Nelore ao cocho (número médio de visitas ao cocho/ animal/ hora) (Figura 4A) e visitas cumulativas das novilhas Nelore ao cocho (Figura 4B) ao longo do dia. Diferentes letras minúsculas representam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre tratamentos em cada respectiva hora do dia.

De modo geral, os animais foram mais vezes ao cocho do meio para o final da manhã (9:00 as 11:00 h) e no período da tarde, a partir das 14:00 h.

Os animais que receberam Monensina no concentrado fizeram mais ( $P < 0,05$ ) visitas ao cocho no meio da manhã, enquanto aqueles que consumiam concentrado com OF passaram a visitar o cocho mais ( $P > 0,05$ ) vezes no final da manhã e em alguns momentos à tarde. Os animais que recebiam Narasina, por sua vez, foram ao cocho apenas poucas vezes no período da manhã, nas horas mais próximas ao final da manhã. Mesmo assim, o NVC destes animais foi menor que os que recebiam os outros aditivos, igualando-se aos que recebiam Monensina apenas no horário das 10:00 h.

O maior número de visitas ao cocho dos animais que recebiam Monensina no meio da manhã e dos que recebiam OF no período final da manhã e durante a tarde ficou mais

evidente ao se avaliar a quantidade de visitas acumuladas a cada hora do dia (Figura 4B). De fato, os animais recebendo Monensina tiveram um maior ( $P<0,05$ ) número de visitas acumuladas até as 10:00 h do dia, sendo igualados pelos animais que recebiam os OF no meio do dia, e superados por estes últimos no período da tarde.

Outro ponto a se destacar é que, mesmo tendo poucas visitas ao cocho no período da manhã, os animais que receberam Narasina tiveram o menor ( $P<0,05$ ) número de visitas ao cocho no período da tarde, terminando o dia com um número de visitas ao cocho acumulado muito menor que os que recebiam os outros aditivos.

Os dados de atividades comportamentais individuais foram ainda desdobrados por período (Tabelas 3 e 4). No início da manhã, o fornecimento de Narasina reduziu ( $P<0,05$ ) o tempo de cocho e aumentou ( $P<0,05$ ) o tempo de pastejo dos animais em relação aos que receberam OF ou Monensina, que não diferiram ( $P>0,05$ ) entre si (Tabela 4).

Já no fim da manhã (após as 09:00 h), o fornecimento de Monensina aumentou ( $P<0,05$ ) o tempo despendido pelos animais andando e pastejando, e reduziu ( $P<0,05$ ) o tempo em ócio total.

**Tabela 3**

Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental no período matutino por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos

Atividades comportamentais (min) <sup>1</sup>	Aditivos alimentares <sup>2</sup>			Valor <i>P</i>
	Monensina	Narasina	OF	
<u>Início da manhã (06:00 h às 09:00 h)</u>				
TA	1,25±0,274	0,625±0,274	0,972±0,274	0,272
TB	0±0,040	0±0,040	0,069±0,040	0,368
TC	1,45±0,431a	0,069±0,431b	2,22±0,431a	0,001
TP	11,1±1,38b	15,8±1,38 <sup>a</sup>	10,9±1,38b	0,018
TOT	164,8±1,65	162,2±1,65	164,5±1,65	0,464
<u>Fim da manhã (09:00 h às 12:00 h)</u>				
TA	9,23±0,673a	1,45±0,673c	5,97±0,673b	<,0001
TB	1,87±0,291a	0±0,291b	1,66±0,291a	<,0001
TC	24,4±1,97a	4,16±1,97b	18,9±1,97a	<,0001
TP	35,2±1,96a	15,6±1,96c	25,2±1,96b	<,0001
TOT	109,1±3,48c	158,6±3,48 <sup>a</sup>	128,1±3,48b	<,0001

<sup>1</sup>TA: Tempo andando; TB: Tempo bebendo água; TC: Tempo no cocho; TP: Tempo de pastejo; TOT: Tempo ócio total.

<sup>2</sup>OF: Óleos funcionais.

No início da tarde, o fornecimento de OF aumentou ( $P < 0,05$ ) o tempo andando e comendo no cocho dos animais que o recebiam, enquanto os animais que recebiam Narasina tiveram seu tempo de pastejo aumentado ( $P < 0,05$ ). Já o fornecimento de Monensina aumentou ( $P < 0,05$ ) o tempo em ócio dos animais neste período.

**Tabela 4**

Tempo despendido (min) em cada atividade comportamental no período vespertino por novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos

Atividades comportamentais (min) <sup>1</sup>	Aditivos alimentares <sup>2</sup>			Valor <i>P</i>
	Monensina	Narasina	OF	
<u>Início da tarde (12:00 h às 15:00 h)</u>				
TA	3,12±0,521b	2,36±0,521b	7,36±0,521a	<,0001
TB	0,416±0,262b	1,04±0,262ab	1,31±0,262a	0,045
TC	8,95±1,38b	10,1±1,38b	15,4±1,38a	0,002
TP	22,5±2,47c	43,2±2,47 <sup>a</sup>	29,4±2,47b	<,0001
TOT	145,0±3,07 <sup>a</sup>	123,1±3,07b	126,4±3,07b	<,0001
<u>Fim de tarde (15:00 h às 18:00 h)</u>				
TA	4,72±0,613b	5,76±0,613b	10,4±0,613a	<,0001
TB	1,18±0,324 <sup>a</sup>	1,59±0,324 <sup>a</sup>	1,45±0,324a	0,652
TC	31,8±1,65 <sup>a</sup>	33,7±1,65 <sup>a</sup>	26,0±1,65b	0,003
TP	43,0±1,77b	52,8±1,77 <sup>a</sup>	42,4±1,77b	<,0001
TOT	39,2±1,66 <sup>a</sup>	26,0±1,66b	39,6±1,66a	<,0001

<sup>1</sup>TA: Tempo andando; TB: Tempo bebendo água; TC: Tempo no cocho; TP: Tempo de pastejo; TOT: Tempo ócio total.

<sup>2</sup>OF: óleos funcionais.

No fim da tarde, os animais que receberam OF tiveram menos ( $P<0,05$ ) tempo de cocho e de pastejo, sendo este último semelhante ao dos animais que recebiam Monensina (Tabela 4). Já os animais que receberam Narasina apresentaram um maior ( $P<0,05$ ) tempo em pastejo e um menor ( $P<0,05$ ) tempo de descanso neste período.

O GMD dos animais experimentais foi apresentado e discutido no Capítulo 1. Não foi observada correlação ( $P>0,05$ ) entre o GMD e nenhuma das atividades comportamentais aqui avaliadas (Tabela 5).

**Tabela 5**

Correlação de Pearson entre o comportamento diurno e o ganho médio diário (GMD) novilhas em pastejo recebendo uma dieta com alto teor de concentrado com diferentes tipos de aditivos alimentares

Variáveis <sup>1</sup>	TB	TC	TD	TE	TP	NVC	COMTot	ATIVtot	GMD
TA	0,490*	0,259	0,143	-0,316	-0,385*	0,806**	-0,245	0,169	-0,025
TB	1	0,239	-0,071	-0,082	-0,162	0,588*	-0,029	0,247	0,261
TC		1	-0,190	-0,006	-0,317	0,323	0,246	0,366	0,068
TD			1	-0,853**	-0,612*	-0,094	-0,735**	-0,691**	0,344
TE				1	0,333	-0,075	0,337	0,213	-0,346
TP					1	-0,252	0,840**	0,685**	-0,214
NVC						1	-0,072	0,281	-0,039
COMTot							1	0,910**	-0,180
ATIVtot								1	-0,165

<sup>1</sup>TA: Tempo andando; TB: Tempo bebendo água; TC: Tempo no cocho; TD: Tempo em ócio deitado; TE: Tempo ócio em pé; TP: Tempo de pastejo; NVC: número de visitas no cocho; COMTot: Tempo total comendo; ATIVtot: Tempo total em atividade.

\*\* P<5%.

\* 10%>P>5%.

Por outro lado, o tempo despendido pelos animais andando mostrou correlação (P<0,05) positiva com o número de visitas ao cocho, da mesma forma que o tempo pastejando com o tempo comendo total e a atividade total dos animais. Já o tempo deitado correlacionou-se alta e negativamente (P<0,05) com os tempos despendidos em pé, pastejando, comendo total e em atividades totais.

#### 4. Discussão

Foi possível observar diversas variações no comportamento animal relacionadas aos aditivos aqui avaliados. O maior tempo de pastejo dos animais que receberam Narasina, combinado ao menor tempo consumindo concentrado e o menor número de

visita ao cocho, poderia levar à (falsa) impressão de que este aditivo levou a uma redução de consumo de concentrado pelos animais. Uma vez que não houve diferença de consumo de concentrado entre os animais que recebiam os diferentes aditivos (Capítulo 1), este comportamento indica que os animais que recebiam este aditivo consumiam o concentrado com maior avidez (mesmo consumo em menos tempo e com menos visitas ao cocho). Este consumo mais ávido de concentrado pode levar os animais a algum distúrbio nutricional subclínico, como uma flutuação rápida e momentânea de pH. Isso poderia tê-los levado a consumir mais pasto (buscando mais fibra, em resposta à queda brusca de pH), revertendo rapidamente o problema, a tempo de não permitir que essa alteração afetasse o desempenho (que foi semelhante entre os tratamentos – Capítulo 1), ou mesmo causasse algum problema fisiológico ou metabólico detectável. Outra hipótese é de que, apesar deste consumo significativamente mais rápido, essa diferença provavelmente não foi grande suficiente para afetar fisiologicamente o funcionamento do rúmen.

Já o maior número de visitas ao cocho dos animais que receberam os OF no concentrado pode ter levado ao maior tempo despendido por estes animais consumindo água. Como os bebedouros ficavam próximos aos cochos, a cada vez que os animais iam até os últimos comerem, acabavam ficando estimulados a beber mais água também. Além da proximidade física dos cochos e dos bebedouros, o tipo de aditivo também pode ter estimulado este maior consumo de água. Um maior número de visitas ao cocho, tempo intermediário consumindo concentrado e um mesmo consumo de concentrado (Capítulo 1), indicam que estes animais estavam tendo o consumo desacelerado, o que os fez consumirem a mesma quantidade de concentrado que os animais que receberam concentrados com outros aditivos, mas em porções menores a cada vez. Este mesmo efeito pode tê-los estimulado a consumirem mais água.

Os animais que recebiam o concentrado com Monensina, por sua vez, mostraram menos avidez no consumo deste concentrado, apontada pelos maiores tempos de permanência no cocho e consumindo concentrado, um número intermediário de visitas ao cocho, e um consumo total de concentrado semelhante ao dos animais que recebiam outros aditivos. Isso pode indicar que o efeito deste ionóforo sobre o consumo animal a pasto, ao contrário do que é referenciado na literatura (Duffield et al., 2012), é mais como um retardante de consumo, que pode não chegar a limitar este consumo em 24 horas, do que como um limitador de consumo pura e simplesmente.

Semelhante ao aqui observado, Gibb et al. (2001) também reportaram que a Monensina tem a habilidade de moderar a intensidade da alimentação aumentando a frequência e a duração das visitas ao cocho. Também Mullins et al. (2012), trabalhando com vacas leiteiras, observaram que a Monensina aumentou a frequência das refeições. Por fim, Fanning et al. (1999) explicaram que uma das razões para a Monensina ser eficaz no controle de acidose é exatamente devido a esta capacidade de induzir uma maior distribuição da ingestão diária.

Quando foram avaliados os dados comportamentais em conjunto, através das 1ª e 2ª variáveis canônicas, foi possível observar que o comportamento dos animais que recebiam Monensina (um ionóforo) foi mais próximo ao dos animais que recebiam OF do que daqueles recebendo a Narasina (outro ionóforo).

Segundo a literatura (Van Soest, 1994; Silva et al., 2010), normalmente, nos animais que recebem suplementação concentrada em pastejo, o consumo de pasto é reduzido devido ao maior teor de energia da suplementação. Isto resulta na redução do tempo de pastejo e em um maior tempo de descanso. Neste experimento, o uso da Narasina parece ter minimizado este efeito sobre o comportamento animal, mais que a Monensina ou os OF. Isso pode estar relacionado com o bom desempenho da Narasina na melhoria do

desempenho de bovinos em pastejo, observado por Page (2003), Gobato et al. (2017), e Polizel et al. (2017).

Os animais que receberam Narasina neste experimento passaram apenas cerca de 20% do tempo diurno em pastejo, o que, apesar de ser maior que o tempo despendido pelos animais que receberam outros aditivos, é um tempo reduzido se comparado aos 58,3% em pastejo para animais em sistemas integrados reportado por Domiciano et al. (2016) e 75,8% em tempo de pastejo reportado por Kilgour et al. (2012). Isso se justifica pelo alto (cerca de 2% do PC) fornecimento de concentrado que as novilhas em terminação aqui receberam.

Estas variações, no entanto, são diferentes das observações de Segabinazzi et al. (2011) que analisaram as doses de 5 g/animal/dia de óleos essenciais (à base de tomilho, alho, extrato de alecrim, canola e extrato de quillaja) e 300 mg/animal/dia de Monensina em vacas de descarte, confinadas, com uma dieta com 38% de concentrado e 62% de silagem de sorgo e não observaram nenhum efeito dos aditivos sobre as atividades comportamentais. Já Ornaghi et al. (2017), analisando as doses de 3,5 e 7 g/animal/dia de óleo essencial de folha de cravo e 3,5 e 7 g/animal/dia de folha de canela em 40 touros cruzados, confinados por 187 dias, não observaram nenhum efeito dos tratamentos sobre as atividades comportamentais.

Os horários de visita aos cochos mostraram que, além dos animais que consumiam Narasina como aditivo no concentrado terem ido menos vezes ao cocho, estas visitas começavam mais tarde que os demais. Enquanto os animais que recebiam Monensina ou OF como aditivos iniciavam as visitas ao cocho logo após o fornecimento da manhã (08:30 h), os que recebiam Narasina apenas iniciavam o consumo mais tarde (normalmente próximo às 10:00 h). Isso vem corroborar o discutido anteriormente sobre estes últimos consumirem o concentrado de forma intensa (mais ávida), mas em poucas

vezes durante o dia. Estas visitas, assim como nos animais que recebiam os outros aditivos, concentraram-se mais no período da tarde. A maior diferença nas visitas ao cocho entre a Narasina e os demais foi, sem dúvida, no período matutino, mas, de fato, em nenhum dos horários do dia, os animais que recebiam Narasina visitaram o cocho mais que os animais que receberam Monensina e OF.

De modo geral, ao se observar o comportamento dos animais ao longo do dia, os animais que recebiam a Narasina começavam o dia pastejando (enquanto os que recebiam outros aditivos já consumiam concentrado), descansavam no final da manhã (depois de pouco consumo de concentrado), e retomavam ao pastejo (ocupando mais tempo que os demais animais) e ao consumo de concentrado no período da tarde.

Já os animais que receberam os OF no concentrado tiveram comportamento mais semelhante aos que recebiam Monensina, com o consumo de concentrado bem distribuído por todos os períodos do dia. Neste caso, chama a atenção apenas o maior tempo de descanso dos animais que recebiam Monensina no início da tarde.

Em condições normais de pastejo, sem suplementação, os animais geralmente têm picos de pastejo ao amanhecer e no anoitecer, períodos mais frescos do dia (Kilgour et al., 2012; Peres Neto et al., 2014; Fischer et al., 2002). Mais uma vez, o fornecimento de Narasina parece ter levado os animais a um padrão comportamental mais próximo ao de animais em pastejo sem suplementação. Outro aspecto a ser enfatizado é que as novilhas aqui avaliadas, independente do aditivo fornecido, apresentaram maior intensidade de pastejo apenas no final da tarde. Isso pode ser uma alteração de padrão comportamental, induzida pelo fornecimento de dietas de alto teor de concentrado para animais em pastejo durante o dia, e deve ser melhor avaliado em futuros estudos.

A falta de correlação entre os dados de comportamento e o GMD aponta que as variações de GMD não puderam ser explicadas ou correlacionadas a um só comportamento

ou às combinações de comportamento aqui avaliadas. Isso aponta ser necessário avaliar outros tipos de comportamento, ou combinações entre estes que possam se relacionar de forma direta com o desempenho dos animais em pastejo.

Outro aspecto desta questão é que os animais deste experimento apresentaram pouca variação do GMD, o que dificulta a realização de estudos de correlação desta característica com outras. Um banco de dados que reúna informações de comportamento e GMD de vários experimentos, ou com um número maior de animais, que apresentem maior variabilidade de GMD, poderiam evidenciar alguma correlação não detectável no banco de dados aqui avaliado.

Já as relações observadas entre os tipos de comportamento e entre estes e as combinações comportamentais aqui avaliadas estão ligadas à complementariedade dos comportamentos, ou à presença, ou ausência deles nas combinações.

## **5. Conclusão**

O comportamento das novilhas em terminação intensiva a pasto recebendo dieta de alto teor de concentrado foi afetado pelos aditivos alimentares. Nas condições deste experimento, o uso da Narasina levou os animais há dois comportamentos distintos como: início de pastejo ao amanhecer e maior tempo de pastejo diurno.

Com base nos dados observados, o fornecimento de dietas de alto teor de concentrado para novilhas em pastejo deve ser realizado preferencialmente a partir do final da manhã ou com uma maior proporção do concentrado diário sendo fornecida no período da tarde, de forma a se aproveitar o momento de mais visitas dos animais ao cocho.

## **Conflito de interesses**

Não há conflito de interesses para nenhum dos autores.

## Agradecimentos

Os autores agradecem imensamente à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, ao Grupo de Pesquisa Ruminantes pelo apoio na coleta de dados e desenvolvimento experimental, e as empresas Oligo basics<sup>®</sup> pelo fornecimento do produto Essencial<sup>®</sup> e a União Nutrição Animal<sup>®</sup> pelo fornecimento dos produtos Zimprova<sup>®</sup> e Rumensin<sup>®</sup>.

## Referências

- Burger, P. J., Pereira, J. C., Queiros, A. C., Silva, J. F. C., Valadares Filho, S. C., Cecon, P. R., Casali, A. D. P. (2000). Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 236-242. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>.
- Cobellis, G., Trabalza-Marinucci, M., Marcotullio, M. C., Yu, Z. (2016). Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.008>.
- Duffield, T. F., Merrill, J. K., Bagg, R. N. (2012). 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.
- De Carvalho, G. G. P., Garcia, R., Pires, A. J. V., Silva, R. R., Detmann, E., Ribeiro, L. S. (2011). Evaluation of intervals between observations on estimation of eating behavior

- of cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2502-2509.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001100031>.
- Domiciano, L. F., Mombach, M. A., Carvalho, P., Da Silva, N. M. F., Pereira, D. H., Cabral, L. S., Lopes, L. B., Pedreira, B.C. (2016). Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. *Animal Production Science*, 58, 920-929.  
<https://doi.org/10.1071/AN16351>.
- Evans, S. J., Davies, R. H., Binns, S. H., Liebana, E., Jones, T. W., Millar, M. F., Threlfall, E. J., Ward, L. R., Hopkins, K. L., Mackay, P. H., Gayford, P. J. (2005). Multiple antimicrobial resistant *Salmonella enterica* serovar Paratyphi B variant Java in cattle: a case report. *The Veterinary Record*, 56, 343-346.  
<http://dx.doi.org/10.1136/vr.156.11.343>.
- Fanning, K., Milton, T., Klopfenstein, T., Jordon, D. J., Cooper, R. and Parrot, C. (1999). Effects of rumensin level and bunk management strategy on finishing steers. *Nebraska Beef Cattle Rep*, 71, 41-44.
- Fischer, V., Deswysen, A.G., Dutilleul, P., Boever, J. (2002). Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao final da lactação, alimentadas com dieta a base de silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 2129-2138. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000800029>.
- Gibb, D. F., Moustafa, S. M. S., Wiedmeier, R. D., McAllister, T. A. (2001). Effect of salinomycin or monensin on performance and feeding behavior of cattle fed wheat- or barley-based diets. *Journal of Animal Science*, 81, 253-261.  
<https://doi.org/10.4141/A00-057>.
- Gobato, L.G.M., Silva, R.G., Miszura, A.A., Polizel, D.M., Ferraz Junior, M.V.C., Oliveira, G.B., Bertoloni, A.V., Barroso, J.P.R., Pires, A.V. (2017). Effects of narasin

- an addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers. *Journal Animal Science*, 95, 266. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.544>.
- Kilgour, R. J. (2012). In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.002>.
- Kilgour, R. j., Uetake, K., Ishiwata, T., Melville, G. J. (2012). The behaviour of beef cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.001>.
- Morais, J. A., Berchielli, T. T., Reis, R. A. (2011). Aditivos. In: *Nutrição de ruminantes*. Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 565-591.
- Mullins, C.R., Mamedova, L. K., Brouk, M. J., Moore, C. E., Green, H. B., Perfield, K. L., Smith, J. F., Harner, J. P., Bradford, B. J. (2012). Effects of Monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and productivity of transition dairy cows. *Journal Dairy Science*, 95, 1323-1336. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4744>.
- National Research Council (2001). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washinton, 381p.
- Ornaghi, M. G., Pasetti, R. A. C., Torrecilhas, J. A., Mottin, C., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Sanudo, C., Campo, M. D. M., Prado, I. (2017). Essential oils in the diet of Young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 274-283. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.10.008>.
- Page, S.W. (2003). *The role of enteric antibiotics in livestock production. A review of published literature*. Canberra: Avcare, 1-105.
- Peres Neto, D., Ribeiro, A. R. B., Rodrigues, A. A., Ferreira, R. P., Mendonça, F. C., Mendonça, A. R., Campana, M. Wechster, F. S. (2014). Diurnal behavior of dairy cows

- on alfalfa pastures supplemented with corn silage and concentrate. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66, 837-844. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-41625983>.
- Polizel, D.M., Barbosa, M.J.P.T., Cappelloza, B.I., Lopez, C.N., Ferraz Junior, M.V.C., Gobato, L.G.M., Gonçalves, J.R.S., Pires, A.V. (2017). The addition of Narasina into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers. *Journal Animal Science*, 95, 267. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.545>.
- Santana Junior, H. A., Silva, R. R., de Carvalho, G. G. P., da Silva, F. F., Barroso, D. S., Pinheiro, A. A., Júnior, G. T. (2013). Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(1), 367-376. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n1p367
- Segabinazzi, L. R., Viégas, J., Freitas, L. S., Brondani, I. L., Argenta, F. M., Binotto, J. (2011). Behavior patterns of cows with Charolais or Nellore breed predominance fed dietas with plant extract or monensin sodium. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2954-2962. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001200044>.
- Silva, R. R.; Prado, I. N.; Silva, F. F.; Almeida, V. V. S.; Santana Junior, H. A., Queiroz, A. C., Carvalho, G. G. P., Barroso, D. S. (2010). Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim braquiária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2073-2080. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900028>.
- Souza, S. R. M. B. O., Ítavo, L. C. V., Rimoli, J., Ítavo C. C. B. F., Dias, A. M. (2007). Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. *Archivos de Zootecnia*, 56, 67-70.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* 2<sup>a</sup> ed. Cornell University, Ithaca, NY, USA.