

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ADITIVOS FITOGÊNICOS NA TERMINAÇÃO DE
TOURINHOS NELORE CONFINADOS**

Kíria Karolline Gomes Moreira
Orientador: Prof. Dr. João Teodoro Padua

GOIÂNIA
2018



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Kíria Karolline Gomes Moreira

Título do trabalho: Aditivos fitogênicos na terminação de tourinhos Nelore confinados

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 07 / 08 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

KÍRIA KAROLINE GOMES MOREIRA

**ADITIVOS FITOGÊNICOS NA TERMINAÇÃO DE
TOURINHOS NELORE CONFINADOS**

Tese apresentada para obtenção de título de
Doutor em Zootecnia junto à Escola de
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Goiás

Área de concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. João Teodoro Padua

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Juliano José Resende Fernandes-
EVZ/UFG

Prof. Dr. Victor Rezende Moreira Couto-
EVZ/UFG

GOIÂNIA
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Moreira, Kíria Karolline Gomes
Aditivos fitogênicos na terminação de tourinhos Nelore confinados
[manuscrito] / Kíria Karolline Gomes Moreira. - 2018.
xii, 57 f.

Orientador: Prof. Dr. João Teodoro Padua; co-orientador Dr.
Juliano José Resende Fernandes; co-orientador Dr. Victor Rezende
Moreira Couto.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2018.

Apêndice.

Inclui abreviaturas.

1. Barbatimão. 2. Extrato de plantas. 3. Monensina. 4. Nelore. 5.
Taninos. I. Padua, João Teodoro, orient. II. Título.

CDU 635

1 ATA NÚMERO 26 DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DOUTORADO DO
2 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA ESCOLA DE
3 VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, realizada
4 por **KÍRIA KAROLLINE GOMES MOREIRA**. Aos 13/07/2018 a partir das 14h00min, na
5 sala de Reuniões do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da
6 Universidade Federal de Goiás, nesta Capital, realizou-se a sessão pública de Defesa de
7 Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **KÍRIA KAROLLINE GOMES**
8 **MOREIRA**, intitulada "Aditivos fitogênicos na terminação de novilhos nelore
9 confinados", para obtenção do **Título de Doutor em Zootecnia**, junto à Área de
10 Concentração: **Produção Animal** desta Universidade. Os trabalhos foram instalados pelo (a)
11 Presidente da Comissão Julgadora, Orientador (a) **Prof. Dr. João Teodoro Pádua**, com a
12 participação dos demais membros da Banca Examinadora **Dr. Ubirajara Oliveira Bilego –**
13 **CTC Comigo; Prof. Dr. José Tiago das Neves Neto – FIMES/GO; Dra. Maurícia**
14 **Brandão da Silva – POS-DOC/EVZ e Profa. Dra. Eliane Sayuri Miyagi**. Iniciando os
15 trabalhos, o Presidente concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **KÍRIA KAROLLINE**
16 **GOMES MOREIRA** para exposição em **cinquenta** minutos do seu trabalho. A seguir, o
17 senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem, aos demais membros da banca, os quais
18 passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **trinta minutos**,
19 assegurando-se ao mesmo, igual prazo para responder aos Senhores Membros da Banca
20 Examinadora. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão,
21 em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a)
22 APROVADO (**Aprovado/Reprovado**) pelos seus membros. Proclamados os
23 resultados da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar lavrou-se a
24 presente ata que, após lida e achada conforme vai assinada pelos membros da Banca
25 Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Teodoro Pádua (Orientador(a))
Dr. Ubirajara Oliveira Bilego – CTC Comigo
Prof. Dr. José Tiago das Neves Neto – FIMES/GO
Dra. Maurícia Brandão da Silva – POS-DOC/EVZ
Profa. Dra. Eliane Sayuri Miyagi

ASSINATURA

A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

Tese: "Aditivos fitogênicos na terminação de novilhos Nelore
confinados".

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela oportunidade de crescer profissionalmente, pelas vitórias e provações, pela minha família, por todas as pessoas tão especiais que colocou em minha vida, pela realização de mais um sonho, pela força e determinação para buscar sempre mais.

Agradeço também, a Nossa Senhora, minha Mãe, por sua intercessão e por sempre falar ao meu coração.

Aos meus pais, José Umberto e Maria Isabel, por serem exemplos de vida, de amor, de carinhos, de força. Vocês são esteio, onde encontro acalento sempre que preciso. Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, por me apoiarem e por acreditarem em mim.

Às minhas irmãs Samilly e Sarah pelo carinho, pela torcida e pela enorme paciência. Amo vocês.

Ao meu esposo Tiago por ser meu fiel incentivador, pela compreensão e apoio nos momentos mais difíceis, por seu companheirismo e amor. Sou muito grata por compartilhar com você mais essa vitória.

À toda minha família.

Aos professores, João Teodoro Padua e Juliano José de Resende Fernandes, meus orientadores. Obrigada por acreditarem e por me confiarem esse grande projeto. São muitos anos de trabalho juntos, os quais só tenho a agradecer pela amizade, pela paciência, pelas críticas sempre tão construtivas, pelos ensinamentos. Não poderia deixar de agradecer também, por contribuírem para minha formação profissional, pois se hoje consigo lutar por meus objetivos e não me indispor por qualquer coisa que não saia conforme meus planos, muito devo a vocês. Vocês sempre me mostraram que existe outros caminhos para chegar ao objetivo final. Minha eterna admiração e gratidão.

Ao professor Victor Rezende Moreira Couto pela amizade, por sempre me instigar e por acreditar que eu seria capaz mesmo com tantas dificuldades encontradas pelo caminho. Obrigada pelo auxílio em todos os momentos da execução deste trabalho, seu apoio foi imprescindível para que tudo transcorresse bem.

Às professoras Heloísa, Alessandra e Eliane, pela amizade e apoio.

Aos professores Marcos Barcellos Café, Adilson e Paulo Hellmeister, sempre tão prestativos.

À Escola de Veterinária e Zootecnia, em especial aos professores do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de crescimento profissional e capacitação.

Ao amigo Lucas de Souza pelo profissional que você é e por sua amizade. Foram 105 dias juntos, com muito trabalho, mas tudo fluiu bem devido sua disposição e competência.

Aos amigos do Confinamento Experimental Bovinos de Corte (CEBC) Débora, Maria Elisa, Denise, Jéssyca Wallace, Ricardo, Alexandre, Lucas, Pedro Paniago, Neskyrânia, Thiago, Letícia, Miron, Andrea e Fernando pela ajuda incondicional de vocês e pela oportunidade de trabalhar com pessoas tão diferentes, mas que tinham em comum a competência, determinação e profissionalismo tão necessários para a condução deste trabalho. Fomos uma verdadeira equipe. Muito obrigada.

Às minhas amigas de pós-graduação, Barbara, Fabíola, Flávia e Marcela. Ao pensar em vocês só me vem boas lembranças, vocês foram companheiras de estudo, de labuta e de diversão. Neste trabalho tem um pouco de sangue e suor de cada uma de vocês. Obrigada por tudo.

Aos amigos do curso de Pós-graduação para vida: José Tiago, Marcondes, Leonardo, Nathália, Leandro, Ana Flávia, Reginaldo e Luiz, pela amizade e ajuda. Com vocês o pesado sempre foi mais leve.

Aos amigos da AGRODEFESA, em especial Aline e Mirmes pelo incentivo. À Giancarlo Costi, Giovani Miranda e à diretoria geral da AGRODEFESA pelo apoio para que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos membros da banca pelo aceite e disposição.

À Capes/UFG pela concessão da bolsa de Doutorado.

Aos animais experimentais meu respeito e admiração.

Enfim, a todos que participaram de maneira direta ou indireta na conclusão deste trabalho.

Muito obrigada.

“Deus nunca inspira os sonhos em nosso
coração se Ele não quiser realizá-los.”

(Santa Teresinha do Menino Jesus)

Que os meus sonhos também sejam sonhados por Deus...

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.1.Histórico, Importância e Justificativa das Pesquisas com Aditivos Fitogênicos.....	14
Referências.....	20
CAPÍTULO 2 - USO DO EXTRATO SECO DE <i>STRYPHNODENDRON ADSTRINGENS</i> , ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS COMO ADITIVOS PARA TOURINHOS NELORE CONFINADOS.....	24
Resumo.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Animais e delineamento experimental.....	27
Tratamentos.....	27
Produção do extrato seco de <i>Stryphnodendron adstringens</i>	28
Manejo alimentar.....	28
Colheita de amostras, análises laboratoriais e variáveis mensuradas.....	30
Abate e avaliações da carcaça.....	31
Análise estatística.....	31
Resultados e Discussão.....	32
Conclusão.....	37
Referências.....	38
CAPÍTULO 3 - ADITIVOS FITOGÊNICOS NA FERMENTAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES.....	41
Resumo.....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	47
Conclusão.....	52
Referências.....	52
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
4.1 Considerações finais.....	56
APÊNDICE.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AOCS	American Oil Chemists' Society
BBT	Tratamento com adição de extrato de Barbatimão (<i>S. Adstringens</i>) 1.500 mg/kg de MS
BIN	Bagaço de cana <i>in natura</i>
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CCT	Consumo de carboidratos totais
CH ₄	Metano
CMS	Consumo de matéria seca
EA	Eficiência alimentar
EE	Extrato etéreo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EPM	Erro padrão da média
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GMD	Ganho médio diário
MOE	Tratamento com adição de mistura de óleos essenciais 118 mg/kg de MS
MOF	Tratamento com adição de mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS
MON	Tratamento com adição de monensina 30 mg/kg MS
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
OE	Óleos essenciais
OMS	Organização Mundial da Saúde
PB	Proteína bruta
PF	Peso corporal final
PI	Peso corporal inicial
PCQ	Peso de carcaça quente
RC	Rendimento de carcaça
TNT	Tecido não tecido

RESUMO

Aditivos fitogênicos com ação semelhante aos ionóforos podem ser utilizados como alternativas, a fim de abranger mercados que tenham restrições quanto ao uso de aditivos sintéticos. Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de aditivos antimicrobianos fitogênicos sobre o desempenho, características de carcaça, digestibilidade dos nutrientes e perfil metabólico ruminal de tourinhos Nelore confinados. No primeiro experimento avaliou-se o desempenho animal e as características de carcaça de 114 tourinhos Nelore com peso corporal inicial de $335,48 \pm 25,70$ kg. Os tratamentos foram: MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão (*S. adstrigens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE - mistura de óleos essenciais de (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol) - 118 mg/kg de MS; e, MOF - mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, sendo que os blocos foram definidos pelo PI dos animais e as baias foram consideradas como repetições. A dieta consistia em 19,49% de bagaço de cana *in natura* e 80,51% de concentrado na MS. O consumo de matéria seca dos animais que receberam MON durante os 104 dias de confinamento foi 16,2% menor que os animais que consumiram BBT e 8,6% menor que os animais que receberam MOF ($P < 0,001$). Animais que consumiram BBT apresentaram maior consumo de FDN ($P < 0,001$). PF ($\mu = 485,60$ kg) e GMD ($\mu = 1,42$ kg/d) não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). A EA foi melhor ($P < 0,05$) para MON (0,184 kg/kg) quando comparada a BBT e MOE. Não houve diferença ($P > 0,05$) para as características de carcaça. O uso de aditivos fitogênicos na ração de bovinos confinados não influenciou as características de carcaça, porém a utilização da monensina sódica ainda proporciona melhores resultados de desempenho. No segundo experimento, avaliou-se as características da fermentação ruminal e a digestibilidade aparente dos nutrientes de bovinos Nelore. Cinco bovinos castrados fistulados no rúmen ($275,40 \pm 15,53$ kg) foram usados em delineamento Quadrado Latino 5×5 . Os tratamentos foram: controle - sem aditivo; monensina sódica 30 mg/kg MS; extrato de Barbatimão (*S. adstrigens*) 1.500 mg/kg de MS; mistura de óleos essenciais de (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol) - 118 mg/kg de MS; mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. A dieta continha na MS 19,49% de bagaço de cana e 80,51% de concentrado com milho, farelo de soja, ureia e minerais. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos aditivos sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, concentração de AGCC, relação acetato:propionato e concentração de N-NH₃. Novilhos alimentados com MOF apresentaram pH ruminal mais elevado (6,75) do que novilhos recebendo BBT (6,54; $P < 0,05$). Aditivos fitogênicos possuem potencial para substituir antibióticos sintéticos sem prejudicar o sistema produtivo de bovinos de corte.

Palavras-chave: barbatimão, extratos de plantas, monensina, Nelore, taninos.

ABSTRACT

Phytogenic additives with action similar to ionophores can be used as alternatives to synthetic additives. Two experiments were carried out to evaluate the effects of phytogenic antimicrobial additives on performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and ruminal metabolic profile of Nellore bulls feedlot. In the first experiment, 114 Nellore steers (335.48 ± 25.70 kg) were assigned to a randomized complete block design with 4 treatments: monensin; *S. Adstrigens* extract; essential oils blend; functional oils cashew, castor and copaiba on the growth performance and carcass. The diet consisted of 19.49% sugarcane bagasse and 80.51% concentrate (DM basis). DMI of animals receiving monensin (104 days feedlot) was 16.2% lower than the animals that consumed dry extract and 8.6% lower than the animals that received functional oils ($P < 0.001$). Animals that consumed dry extract of *S. adstrigens* showed higher consumption of NDF ($P < 0.001$). FBW ($\mu = 485.60$ kg) and ADG ($\mu = 1.42$ kg/d) were not affected by treatments ($P > 0.05$). FE was better ($P < 0.05$) for MON (0.184 kg/kg) than BBT and MOE. There was no difference ($P > 0.05$) for carcass characteristics. The use of phytogenic additives in feed of confined cattle did not influence the carcass characteristics, but the use of monensin still provides better performance results. In the second experiment, was to evaluate the characteristics of ruminal fermentation and digestibility of nutrients of a finishing diet with phytogenic additives. Five fistulated steers (initial BW = 275.40 ± 15.53 kg) were used in a 5×5 Latin Square design. Treatments were: no additive; monensin 30 mg/kg DM; extract of *S. adstrigens* 1.500 mg/kg DM; mixture of essential oils 118 mg/kg DM; mixture of functional oils from cashew, castor, and copaiba 250 mg/kg DM. The diet consisted on DM basis of 19.49% of sugarcane bagasse and 80.51% of concentrate with corn, soybean meal, urea and minerals. There were no effects ($P > 0.05$) on nutrients intake, apparent digestibility concentration of VF, acetate:propionate ratio and concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$. Steers fed mixture of functional oils showed higher ruminal pH (6,75) than BBT (6,54; $P < 0.05$). Phytogenic additives have the potential to replace synthetic antibiotics without penalizing the productive system of beef cattle.

Keywords: barbatimão, monensin, Nellore, plants extracts, tannins

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Histórico, Importância e Justificativa das Pesquisas com Aditivos Fitogênicos

Em função das pressões pela maior demanda mundial por alimentos tem-se intensificado os sistemas de produção de bovinos de corte, principalmente estimulando o uso de dietas cada vez mais ricas em carboidratos não fibrosos. Entretanto, tais dietas podem acarretar problemas relacionados à saúde ruminal como a acidose, gerando perdas no desempenho animal e na rentabilidade da atividade, requerendo assim, maior atenção por parte dos nutricionistas.

Dietas que proporcionam a maior ingestão carboidratos prontamente fermentáveis são responsáveis pelo aumento da quantidade de glicose livre no rúmen e conseqüente alteração na população da microbiota ruminal. A maior disponibilidade de glicose livre viabiliza o crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico (ex. *Streptococcus bovis*), o aumento da osmolaridade do conteúdo ruminal, o que exarceba o acúmulo de ácido dentro do rúmen e reduz a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Desse modo há queda do pH ruminal, levando ao quadro de acidose ruminal¹.

A utilização de estratégias de manejo alimentar²⁻³ ou mesmo a inclusão de aditivos alimentares são opções para que os sistemas produção de bovinos de corte elevem seus índices produtivos e diminua a ocorrência de distúrbios metabólicos⁴.

Os ionóforos são um grupo de antibióticos utilizados como aditivos na alimentação animal. No ambiente ruminal, o ionóforo liga-se a um cátion de maior afinidade (ex. K^+ , Na^+) e o transporta, através da membrana celular, para dentro das bactérias. Na tentativa de manter sua osmolaridade as bactérias, em sua grande parte as gram-positivas, utilizam a da bomba iônica na tentativa de se estabilizarem. Assim, há um gasto excessivo de energia, até a depleção total de suas reservas. Com o aumento da pressão osmótica dentro da célula bacteriana ela tende a romper-se, ocasionando a morte celular⁵⁻⁶.

As bactérias gram-positivas possuem membrana simples, espessa e porosa de peptidoglicanos que não conseguem impedir a ação dos ionóforos, já as bactérias gram-negativas geralmente não são afetadas pelos ionóforos, pois possuem uma complexa membrana dupla que é separada por uma camada rígida de peptidoglicanos⁵⁻⁶.

Os ionóforos geralmente melhoram a eficiência do metabolismo energético, pois possuem a capacidade de mudar o padrão de produção dos AGCC no rúmen, reduzindo a relação acetato:propionato e diminuindo a perda energia na forma de metano⁷.

A monensina sódica é o ionóforo reconhecidamente mais utilizado nos sistemas de terminação de bovinos de corte. Além de melhorar a eficiência alimentar, proporciona melhor digestibilidade da matéria seca, disponibiliza de forma mais eficiente os metabólitos da degradação ruminal e ajuda no controle de coccidioses^{6,8}. Benchaar et al.⁹ trabalharam com novilhos e novilhas com acesso *ad libitum* a dieta e verificaram redução de 10% no CMS dos animais que tiveram adição de monensina.

O uso de antibióticos na alimentação animal tem sido alvo de discussões acirradas¹⁰. O grande questionamento está na possível deposição de resíduos dos antibióticos nos produtos de origem animal (carne e leite) e a preocupação quanto ao surgimento de bactérias resistentes que poderiam atingir a cadeia alimentar e gerar impactos sobre saúde humana¹¹.

Em recente publicação, representantes da Organização Mundial da Saúde (OMS)¹³ discorreram sobre a aplicação inadequada e desnecessária de medicamentos e promotores de crescimento em animais de produção, destacando o risco de resistência bacteriana. A seleção e disseminação de bactérias multirresistentes seria causa principal da ocorrência de falhas em tratamentos na medicina humana e do aumento de internações hospitalares mais prolongadas. Como forma de contornar esse revés, a OMS sugeriu em suas diretrizes a restrição completa do uso de antibióticos como melhoradores de desempenho em animais de produção.

Segundo Sarmah¹², outro ponto bastante discutido a respeito do uso indiscriminado de antibióticos na produção animal seria o aumento das populações bacterianas resistentes presentes no solo, sendo que estas poderiam ser transportadas à rios e lagos através do escoamento superficial do solo ou processo de lixiviação.

Ainda é mínima a compreensão sobre os efeitos da exposição dos animais aos antibióticos de forma constante e por um longo prazo¹². Mais pesquisas relacionadas ao surgimento da resistência bacteriana são requeridas¹⁴⁻¹⁵.

Pesquisadores¹⁵⁻²⁰, tem buscado outras alternativas que possam substituir os antibióticos sintéticos e promover resultados positivos no desempenho de bovinos. Esses novos produtos ainda seriam responsáveis por garantir segurança alimentar, pois não acarretariam o surgimento de resistência, e reduziriam a produção de gases de efeito estufa, tendo assim cunho ambiental. Tais alternativas condizem com os pensamentos correntes a respeito do futuro da agricultura e da produção de alimentos. A ideia de que “o natural” é melhor está se disseminando pelo mundo, com destaque para o mercado

europeu²¹ que implantou sanções a utilização de antibióticos promotores de crescimento nos sistemas de produção animal²².

O termo fitogênico está relacionado à fitogenia, ou seja, diretamente ligado à formação das plantas. Dessa forma, os aditivos fitogênicos são considerados produtos originados das plantas que possuem ampla variedade de compostos com diferentes funções e mecanismos de ação. Esses produtos podem ser utilizados separadamente ou em conjunto com outros princípios ativos e agindo como antimicrobianos ou antioxidantes²³.

O mecanismo de ação dos aditivos fitogênicos relaciona-se de forma específica à estrutura química dos compostos. Esses produtos geralmente ligam-se a sítios específicos da célula bacteriana (principalmente em bactérias gram-positivas), desestabilizando a membrana citoplasmática e alterando o fluxo de elétrons. Tais aditivos alteram os processos envolvidos na fermentação ruminal, interferindo nas vias metabólicas e modificando o ecossistema do rúmen¹⁵.

Os tipos de processamento pelos quais os aditivos fitogênicos passam (tratamento pelo frio, destilação a vapor, extração com solventes, dentre outros) podem interferir no tipo de substâncias ativas e no produto final²³.

Um outro ponto positivo na utilização dos aditivos fitogênicos, nos produtos naturais de uma forma geral, é que devido a sua rápida metabolização no intestino e a curta meia vida dos compostos, acredita-se que não haja grandes riscos de deposição nos tecidos dos animais. Assim, o risco de surgimento de microrganismos resistentes seria mínimo²⁴.

Vale ressaltar que a eficácia dos aditivos fitogênicos está relacionada ao tipo de dieta fornecida aos animais, a concentração do composto na dieta, a quantidade consumida, a ação no trato gastrointestinal e ao estado fisiológico do animal^{10,15}.

A classificação dos aditivos fitogênicos as vezes se torna difícil, pois as vias metabólicas de síntese destes compostos, suas propriedades e mecanismos de ação são muito difíceis de identificar²⁵. Óleos essenciais, óleos funcionais, taninos, saponinas, flavanoides são alguns dos compostos naturais mais utilizados na alimentação animal.

Os óleos essenciais (OE) são compostos conhecidos desde a antiguidade devido aos seus efeitos antibacterianos, antifúngicos, antivirais e antiinflamatórios¹⁰. A composição dos OE não está bem definida, entretanto sabe-se que eles são mecanismos de defesa das plantas das quais são extraídos¹⁵.

Os OE são compostos químicos secundários e complexos (podem conter mais de uma centena de substâncias químicas diferentes) e em geral hidrofóbicos¹¹. O termo "essencial" deriva de essência, o que está relacionado ao odor ou sabores característicos destes compostos. As substâncias químicas mais comuns encontradas nos óleos essenciais são terpenos e fenóis. Sabe-se que espécies de plantas que apresentam em sua composição carvacrol, eugenol e timol são considerados potentes antimicrobianos, pois possuem grande quantidade de compostos fenólicos²⁶.

O óleos essenciais podem ser mais eficazes do que os compostos puros sintetizados quimicamente, pois estes são uma mistura complexa de vários compostos que permitem que os princípios ativos atinjam múltiplos alvos dentro da célula bacteriana e, portanto, dificulta que os microrganismos alvo ou os próprios animais desenvolvam qualquer resposta efetiva contra o aditivo¹⁰.

Óleos essenciais de diferentes tipos podem ter efeitos similares sobre a fermentação ruminal e mesmo em baixas doses possuem potencial para mudança no metabolismo ruminal²⁷.

Em revisão de literatura realizada por Calsamiglia et al.²⁵, os autores observaram que óleos essenciais provenientes do alho, da canela (cinamaldeído), do cravo (eugenol), da pimenta (capsaicina) e da erva-doce geralmente possuem ação sobre a fermentação ruminal diminuindo a relação acetato:propionato, reduzindo a eliminação de metano (CH₄) e alterando também o metabolismo proteico no rúmen.

Já os óleos funcionais são compostos que possuem além de valor nutricional energético, propriedades antimicrobianas e capacidade de interferir no metabolismo ruminal²⁸. São compostos que não derivam de essências e especiarias. Assim, estabeleceu-se que todos os óleos essenciais são funcionais, entretanto nem todos os óleos funcionais são essenciais²⁴.

De acordo com Morales et al.²⁹, o uso da mistura de óleos funcionais de caju (*Anacardium occidentale* L. - ácido anacárdico, cardol e cardanol) e da mamona (*Ricinus communis* L. - ácido ricinoléico) tem papel importante na manipulação ruminal, pois os mesmos possuem atividade antimicrobiana. O ácido ricinoléico presente no óleo da mamona pode inibir o processo de biohidrogenação e reduzir a produção de metano.

Os taninos são compostos polifenólicos solúveis em água, possuem alto peso molecular e geralmente são divididos em dois grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados (embora sejam conhecidos taninos que possuem componentes hidrolisáveis e condensados)^{11,30}. Derivados de plantas, os taninos podem ser encontrados nas cascas,

folhas, raízes e até nos frutos, sendo que desempenham papel de proteção para as plantas contra a predação de herbívoros¹¹.

A casca do tronco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, árvore mais conhecida como Barbatimão, é muito utilizada na medicina popular brasileira para o tratamento de feridas e infecções em geral. Sua atividade farmacológica está relacionada principalmente a presença de taninos condensados em sua casca (pelo menos 20% de taninos) e em menor quantidade em suas folhas³⁸⁻³⁹.

Comum no Cerrado brasileiro, o Barbatimão tem despertado interesse por sua ação antimicrobiana e possível capacidade de modulação a fermentação ruminal. Através da Rede Multidisciplinar Pró Centro-Oeste de Produção Animal Sustentável pesquisas foram desenvolvidas para avaliar a ação dos taninos condensados extraídos da casca do tronco do Barbatimão sobre o desempenho animal e metabolismo ruminal⁴⁰⁻⁴².

De acordo com Lewis¹¹, o mecanismo de ação dos taninos sobre a célula microbiana pode estar relacionado a sua interação com as membranas ou até mesmo com à inibição de enzimas das bactérias, privando essas de acesso a seu substrato.

Addisu³¹ ressalta que o consumo de taninos em doses elevadas (acima de 5% na matéria seca) pode acarretar efeitos negativos sobre a produtividade animal devido a sua adstringência e reduzida palatabilidade, reduzindo assim o consumo voluntário de ruminantes.

Os taninos também possuem grande quantidade de grupos hidroxifenólicos em sua constituição, o que leva a capacidade de formar complexos com proteínas, e em menor grau com carboidratos³². Em dietas contendo excesso de nitrogênio (N), a ligação de proteínas com taninos condensados pode reduzir sua metabolização no rúmen, diminuir a produção de amônia em até 20%¹⁰, aumentar a disponibilidade de aminoácidos no intestino delgado, reduzindo, assim, a excreção de amônia via urinária^{33, 10}.

De acordo com Tabke et al.³⁴, esta capacidade de precipitar proteínas e outros nutrientes, se corretamente administrada, pode aumentar a eficiência da utilização de nutrientes e conseqüente aumento no desempenho dos animais.

Animais que consomem dietas ricas em taninos por longos períodos podem desenvolver mecanismos defensivos contra os taninos, porém, mais estudos *in vivo* com essas substâncias são necessários para determinar se tais efeitos serão sustentados ou não^{30, 35}.

Além dos benefícios que podem ser alcançados sobre o desempenho de bovinos de corte, espera-se que os aditivos fitogênicos possam proporcionar melhor

qualidade do produto final^{28, 43, 44} ou mesmo que apenas não acarretem características depreciativas. Segundo Monteschio⁴⁴ novos produtos devem ser estudados a fundo, pois podem influenciar de forma positiva ou negativa a qualidade do produto final, interferindo na oxidação lipídica da carne, na atividade antioxidante, na cor do produto e concomitantemente na sua vida de prateleira.

É improvável que exista um aditivo fitogêncio “universal” que funcione perfeitamente em condições adversas²⁵, no entanto pesquisas adicionais tornam-se necessárias para explorar de forma mais eficiente os benefícios daqueles que já estão em uso ou os que venham a surgir com novos princípios ativos³⁰.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos dos aditivos antimicrobianos fitogênicos sobre o desempenho animal, características de carcaça, digestibilidade dos nutrientes e perfil metabólico ruminal de bovinos da raça Nelore confinados.

REFERÊNCIAS

- 1.Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. Acidosis in cattle: a review. *J of An Scie.* 1998; 76(1), 275-286.
- 2.Brown, M.S.; Ponce, C.H.; Pulikanti, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *J of An Sci.* 2006; 84(13): 25-33.
- 3.Millen, D.D.; Pacheco, R.D.L.; Arrigoni, M.D.B.; Galyean, M.L.; Vasconcelos, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J of An Sci.* 2009; 87(10): 3427-3439.
- 4.Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle 1 *J of An Sci.* 2005; 83(11), 2572-2579.
- 5.Bergen, W. G., & Bates, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *J of An Sci.* 1984; 58(6): 1465-1483.
- 6.Reis, R. A., Morais, J., & Siqueira, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In *Congresso Latino Americano de Nutrição Animal.* 2006; 2: 1-40.
- 7.Stock, R.; Mader, T. L. Feed additives for beef cattle. Nebguide G85-761-A. 1985. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&https_redir=1&article=1295&context=extensionhist.
- 8.Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D. R., Kirick, M. A., Larson, D. A., & Meiske, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. *J of An Sci.* 1984; 58(6): 1484-1498.
- 9.Benchaar, C.; Duynisveld, J. L.; Charmley, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Can J of Anim Sci.* 2006; 86(1): 91-96.
- 10.Acamovic, T., & Brooker, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proc of the Nut Soc.* 2005; 64(3): 403-412
- 11.Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Green, A., Warner, D. J., Stedman, A., & Naseby, D. Review of substances/agents that have direct beneficial effect on the environment: mode of action and assessment of efficacy. 2013; 10.
- 12.Sarmah, A. K., Meyer, M. T., Boxall, A. B. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chem.* 2006; 65(5), 725-759.

13. World Health Organization. WHO guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. In WHO guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. (2017).
14. Barton, M. D. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition research reviews*. 2000; 13(2): 279-299.
15. Tedeschi, L. O., Callaway, T. R., Muir, J. P., & Anderson, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. *Rev Bras de Zoot.* 2011; 40: 291-309
16. Benchaar, C.; Duynisveld, J. L.; Charmley, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Can J of Anim Sci.* 2006; 86(1): 91-96.
17. Barajas, R. B. J., Cervantes, A., Camacho, M., Verdugo, M.A., Espino, L.R., Flores, J.A., Romo, E.A., Velaquez, J.J., Lomeli. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89, E-Suppl. 1. (abstract).
18. Camacho, A., B.J. Cervantes, M.A. Espino, M. Verdugo, L.R. Flores, J.A. Romo, R. Barajas. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89, E-Suppl. 1 (abstract).
19. Barajas, R. B. J., Cervantes, A., Arechiga, S. C., Espino, M. A., Flores, L. R., Camacho, A., Romo, J. A. Effect of length feeding additional tannins-extract on feedlot-performance of finishing-bulls. *J. Anim. Sci.* 2014; 89, E-Suppl. 1. (abstract).
20. Valero, M. V.; Farias, M. S.; Zawadzki, F.; Prado, R. M.; Fugita, C. A.; Rivaroli, D. C.; Ornaghi, M.G.; Prado, I. N. Feeding propolis or essential oils (cashew and castor) to bulls: performance, digestibility, and blood cell counts. *Rev Colom de Cien Pecu.* 2016; 29(1): 33-42.
21. Regulamento (ce) nº 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de setembro de 2003. *Jornal Oficial da União Europeia* nº L268/29 de 18/10/2013. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32003R1831>. Acesso: 06/09/2017
22. Greathead, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society.* (2003); 62(2), 279-290.
23. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry 1. *J of An Sci*, 2008; 86(14_suppl), 140-148.
24. Chagas, Lucas Jado. Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta [Tese]. Piracicaba. Universidade de São Paulo. 2015.
25. Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J of D Sci.* 2007; 90(6): 2580-2595.
26. Dorman, H. J. D. & Deans, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J of Appl Micro.* 2000; 88(2), 308-316.

27. Khiaosa-Ard, R., & Zebeli, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *J of An Sci.* 2013; 91(4): 1819-1830.
28. Purevjav T, Hoffman M.P, Ishdorj A, Conover A.J, Jedlicka M.E, Prusa K, Torrent J, Pusillo G.M. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. *The Prof An Scie.* 2013; 29(4): 426–434.
29. Morales, E. R., Mata Espinosa, M. A., McKain, N., & Wallace, R. J. Ricinoleic acid inhibits methanogenesis and fatty acid biohydrogenation in ruminal digesta from sheep and in bacterial cultures. *J of An Sci*, 2012; 90(13), 4943-4950.
30. Makkar, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Sm rum res.* 2003; 49(3): 241-256.
31. Addisu, S. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. *J of Ani and F Res.* 2016; 6(2): 45-56.
32. Patra, A. K., & Saxena, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *J of the Sci of F and Agri.* 2011; 91(1): 24-37.
33. Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Martinez, T. F., McAllister, T. A. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *J Anim Sci.* 2007; 85:1990–1996.
34. Tabke, M. C., Sarturi, J. O., Galyean, M. L., Trojan, S. J., Brooks, J. C., Johnson, B. J., ... & Thompson, A. J. Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed steam-flaked corn-based finishing diets. *J of An Sci.* 2017; 95(11): 5124-5136.
35. Frutos, P., G. Hervas, F.J. Giraldez, and A.R. Mantecon. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Sp J of Agric Res.* 2004; 2(2): 191-202.
36. Naumann, H. D., Muir, J. P., Lambert, B. D., Tedeschi, L. O., & Kothmann, M. M. Condensed tannins in the ruminant environment: a perspective on biological activity. *J. Agric. Sci.* 2013; 1: 8-20.
37. Dickhoefer, U., Ahnert, S., & Susenbeth, A. Effects of quebracho tannin extract on rumen fermentation and yield and composition of microbial mass in heifers. *J of An Sci.* 2016; 94(4): 1561-1575.
38. Santos, S. C., Costa, W. F., Ribeiro, J. P., Guimarães, D. O., Ferri, P. H., Ferreira, H. D., & Seraphin, J. C. Tannin composition of barbatimão species. *Fitoterapia.* 2002; 73(4): 292-299.
39. Souza, T. M., Severi, J. A., Silva, V. Y. A., Santos, E., & Pietro, R. C. L. R. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae-Mimosoidae). *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada.* 2009; 28(2): 221-226.
40. Lemos, B. J. M. Fermentação ruminal in vitro com adição de extratos de plantas do cerrado [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2013.

- 41.Souza, F. M. Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal in vitro com dietas de alta inclusão de concentrado [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2013.
- 42.Jesus, F. D. D. Uso do extrato seco de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e óleo bruto de sucupira (*Pterodon emarginatus*) e monensina na dieta de vacas leiteiras [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2015.
- 43.Rotta, P. P., Prado, R. D., Prado, I. D., Valero, M. V., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Aust J of An Scie.* 2009; 22(12): 1718-1734.
- 44.Monteschio, J. O, de Souza, K. A., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Valero, M. V., Kempinski, E. M. B. C., Barcelos, V. C.; Nascimento, K. F. do Prado, I. N. Clove and rosemary essential oils and encapsuled active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. *Meat Sci.* 2017; 130, 50-57.

**CAPÍTULO 2: EXTRATO SECO DE *STRYPHODENDRON*
ADSTRINGENS, ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS NA RAÇÃO
DE TOURINHOS NELORE CONFINADOS¹**

¹ Formato para submissão na revista Ciência Animal Brasileira (2018)

EXTRATO SECO DE *STRYPHODENDRON ADSTRINGENS*, ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNCIONAIS NA RAÇÃO DE TOURINHOS NELORE CONFINADOS

DRY EXTRACT OF *STRYPHODENDRON ADSTRINGENS* AND ESSENTIAL/FUNCTIONAL OILS AS ADDITIVES FOR NELORE BULLS FEEDLOT

Kíria Karolline Gomes Moreira Guimarães¹

¹Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Resumo

Avaliou-se o desempenho animal e as características de carcaça de 114 tourinhos Nelore com peso corporal inicial de 335,48±25,70 kg. Os tratamentos foram: MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão (*S. adstringens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais de (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol) - 118 mg/kg de MS; e, MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, sendo que os blocos foram definidos pelo peso corporal inicial dos animais e as baias foram consideradas como repetições. A dieta base consistia em 19,49% de bagaço de cana *in natura* e 80,51% de concentrado. O consumo de matéria seca dos animais que receberam monensina sódica durante os 104 dias de confinamento foi 16,2% menor que os animais que consumiram extrato seco de Barbatimão e 8,6% menor que os animais que receberam óleos funcionais ($P < 0,001$). Animais que consumiram extrato seco de Barbatimão apresentaram maior consumo de FDN ($P < 0,001$). PF ($\mu = 485,60$ kg) e GMD ($\mu = 1,42$ kg/d) não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). A EA foi melhor ($P < 0,05$) para MON (0,184 kg/kg) quando comparado a BBT e MOE. Não houve diferença ($P > 0,05$) para as características de carcaça. O uso de aditivos fitogênicos na ração de bovinos confinados não influenciou as características de carcaça, porém a utilização da monensina sódica ainda proporciona melhores resultados de desempenho.

Palavras-chave: aditivos fitogênicos, barbatimão, extratos de plantas, taninos

Abstract

114 Nelore steers (335.48 ± 25.70 kg) were assigned to a randomized complete block design with 4 treatments: monensin; *S. adstringens* extract; essential oils blend; functional oils cashew, castor and copaiba on the growth performance and carcass. The diet consisted of 19.49% sugarcane bagasse and 80.51% concentrate (DM basis). DMI of animals receiving monensin (104 days feedlot) was 16.2% lower than the animals that consumed *S. adstringens* dry extract and 8.6% lower than the animals that received functional oils ($P < 0.001$). Animals that consumed dry extract of *S. Adstringens* showed higher consumption of NDF ($P < 0.001$). FBW ($\mu = 485.60$ kg) and ADG ($\mu = 1.42$ kg / d) were not affected by treatments ($P > 0.05$). EA was better ($P < 0.05$) for MONENSIN (0.184 kg/kg). There was no difference ($P > 0.05$) for carcass characteristics. The use of phytogenic additives in feed of confined cattle did not influence the carcass characteristics, but the use of monensin still provides better performance results.

Keywords: barbatimão, phytogenic additives, plants extracts, tannins

Introdução

A melhora na eficiência alimentar de ruminantes está relacionada a redução de perdas energéticas, que pode ser alcançada com o fornecimento de dietas de melhor qualidade e pela manipulação da fermentação ruminal aumentando a produção de propionato e reduzindo a produção de metano¹.

O aparecimento da acidose, aguda ou subaguda, é fator importante na queda da produtividade de bovinos confinados com dietas de alta proporção de concentrado. A maior incidência desse distúrbio ocorre durante o período de adaptação dos animais, no qual a variação do pH ruminal é grande².

Os extratos vegetais são constituídos por metabólitos secundários que possuem propriedades antimicrobianas e podem manipular a fermentação ruminal e melhorar o desempenho de bovinos de corte. Esses produtos podem ser utilizados como alternativa ao uso de antibióticos que, atualmente, são alvo de críticas devido a possibilidade do surgimento de bactérias multirresistentes³.

Óleos essenciais e óleos funcionais são compostos químicos secundários produzidos por plantas e possuem efeitos antibacterianos, antifúngicos, antivirais e antiinflamatórios conhecidos desde a antiguidade. A complexa mistura que os compõem dificulta a resistência dos microrganismos alvo⁴. Os óleos funcionais não derivam de essências e especiarias como os essenciais⁵.

Os taninos são compostos polifenólicos que na natureza desempenham importante papel de proteção para as plantas contra a predação de herbívoros, podendo ser utilizados para modular a fermentação ruminal por meio de sua ação sobre as membranas das células de bactérias, principalmente das gram positivas, ou inibindo a produção de enzimas das mesmas⁶.

A utilização de altas doses de taninos (acima de 5% na MS) na alimentação de ruminantes pode acarretar redução no consumo⁷, entretanto a sua capacidade de precipitar proteínas e outros nutrientes pode aumentar a eficiência da utilização de nutrientes por sua maior disponibilidade no intestino delgado⁸.

Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de aditivos antimicrobianos fitogênicos sobre o desempenho animal e características de carcaça de bovinos da raça Nelore confinados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental de Bovinos de Corte (CEBC) localizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG), no período de junho a outubro de 2014. Este trabalho foi realizado de acordo com os princípios éticos vigentes, sendo aprovado pelo Comissão de Ética do Uso de Animais da Universidade Federal de Goiás (CEUA / UFG, protocolo nº 89/14).

Animais e delineamento experimental

Foram utilizados cento e quatorze bovinos não castrados da raça Nelore provenientes de uma única propriedade de recria à pasto. Os animais possuíam idade média de 22 meses, peso corporal inicial (PI) de $335,48 \pm 25,70$ kg e foram distribuídos inicialmente em vinte baias coletivas (77 m^2 cada - cocho de 7,7 metros lineares e um bebedouro a cada duas baias).

O experimento foi conduzido de junho a outubro de 2014. No primeiro dia experimental, os animais foram pesados individualmente após jejum de sólidos de 14h, foram vacinados contra clostridioses (Poli-Star, Vallée SA, São Paulo, SP, Brasil), receberam complexo vitamínico injetável (ADE Injetável Emulsificável Pfizer, Zoetis, Morris County, NJ) e foram desverminados com aplicação subcutânea de sulfóxido de albendazol (Agebendazol, Agener União, Embu-Guaçu, SP) e ivermectina (Absolut, Vallée SA, São Paulo, SP).

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, constituindo 20 unidades experimentais (baias), sendo que os blocos foram definidos pelo peso corporal inicial (PI) dos animais. Cada baia foi considerada como unidade experimental para todas variáveis estudadas.

Tratamentos

Os tratamentos experimentais consistiam na utilização de quatro diferentes aditivos:

MON: monensina - 30 mg/kg de MS (Rumensin-200®; Elanco Saúde Animal, São Paulo, São Paulo, Brazil);

BBT: extrato seco de Barbatimão- *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville – 1.500 mg/kg de MS.

MOE: produto comercial - mistura de óleos essenciais e seus principais compostos eram o cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol. Dose comercial - 118 mg/kg de MS.

MOF: produto comercial - mistura de óleos funcionais de caju (processamento da castanha de caju *Anacardium occidentale L.* - ácido anacárdico, cardol e cardanol), mamona (extraído da semente de mamona *Ricinus communis L.* - ácido ricinoleico) e copaíba (*Copaifera langsdorffii L.*). Dose comercial - 250 mg/kg de MS.

Produção do extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae)

O extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae), proveniente de árvore popularmente conhecida como Barbatimão, foi produzido no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da UFG (LPPN). Foi realizada a trituração das cascas limpas do caule e, por conseguinte, dois quilos do pó das cascas foram submetidos ao processo de percolação em temperatura ambiente, utilizando-se vinte litros de solução hidroalcoólica na proporção 80:20 (v/v). Para o processo de concentração, o extrato percolado foi colocado em formas de alumínio e levado à estufa de ventilação forçada (40°C) por aproximadamente 48 horas, obtendo-se assim o extrato seco de barbatimão. O teor de taninos condensados no extrato de *S. adstringens* foi de 44%.

Manejo alimentar

O fornecimento da ração foi realizado uma vez ao dia às 8h na forma de mistura total (bagaço de cana *in natura* + concentrado), utilizando-se vagão misturador de 3m³. Os animais tinham acesso *ad libitum* a alimentação e água.

A dieta foi a mesma para todos os tratamentos alterando apenas o aditivo utilizado. A mesma foi formulada de acordo com as recomendações do National Research Council⁹ com estimativa de ganho médio diário (GMD) por animal de 1,5 kg/dia. A dieta foi composta em base de matéria seca (MS) por 19,49% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) 80,51% de concentrado (Tabela 1).

Os aditivos utilizados neste trabalho foram previamente misturados ao farelo de soja na Fábrica de Ração da EVZ/UFG e só depois misturados ao concentrado final (Ganho[®] – Nutrição Animal).

TABELA 1. Composição da dieta experimental com base na matéria seca e teor de nutrientes (base MS) bovinos da raça Nelore

Ingredientes	% MS
BIN ¹	19,49
Milho moído	51,15
Casquinha de soja	23,63
Farelo de soja	1,22
Premix de aditivos ²	1,22
Ureia	1,46
Núcleo mineral e vitamínico ³	1,83
Composição química com base na matéria seca (% MS)	
Matéria seca	81,01
Extrato etéreo	2,91
Proteína bruta	13,30
Fibra em detergente neutro	37,97
NDT ⁴	69,59
Cálcio	0,40
Fósforo	0,35

¹Bagaço de cana *in natura*; ²MON – monensina ou, BBT - extrato de Barbatimão (*S. Adstrigens*); ou, MOE –mistura de óleos essenciais; ou, MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba. ³Composição: Ca: 130 g/kg MS; Na: 111 g/kg MS; P: 60 g/kg MS; S: 20 g/kg MS; Mg: 6 g/kg MS; Zn: 4000 mg/kg MS; Cu, 1000 mg/kg MS; Mn: 600 mg/kg MS; F: 600 mg/kg MS; Co: 80 mg/kg MS; I: 80 mg/kg MS; e, Se: 8 mg/kg DM (Ganho 60 corte, Ganho Nutrição Animal, Goiânia, Goiás, Brasil). ⁴Nutrientes digestíveis totais: estimado de acordo com o NRC⁹

O teor de MS na dieta era ajustado semanalmente para 65% após a análise de MS dos ingredientes da ração e da adição de água diretamente na ração, dentro do vagão misturador. Esse procedimento foi adotado para favorecer o consumo, devido ao elevado teor de matéria seca da dieta.

Durante o período inicial de 14 dias os animais foram adaptados gradualmente às instalações e aos tratamentos. A adaptação às dietas experimentais foi de acordo com o seguinte protocolo: durante os sete primeiros dias foi fornecida ração com proporção de 30% de bagaço de cana *in natura* (volumoso) e 70% concentrado com base na matéria seca (MS); durante os sete dias posteriores foi fornecido ração com proporção de 25% de bagaço de cana *in natura* e 75% concentrado; e do décimo quinto dia ao final do experimento os animais receberam a dieta com proporção de 19,49% de

volumoso e 80,51% de concentrado (dieta base final). Todos os animais receberam seus respectivos tratamentos desde o primeiro dia de adaptação.

Durante o período de adaptação (14 dias) as sobras foram recolhidas e pesadas diariamente para o melhor acompanhamento inicial dos animais no confinamento e para a determinação da consumo de matéria seca (CMS). Após o período de adaptação, as sobras foram recolhidas e pesadas semanalmente para a determinação do CMS.

Colheita de amostras, análises laboratoriais e variáveis mensuradas

Amostras dos ingredientes da dieta, da ração total oferecida e das sobras foram amostradas semanalmente e congeladas à -20 ° C para realização das análises.

Após o término do experimento, as amostras foram descongeladas e pré secas em estufa ventilada a 55°C por 72 h, e moídas em moinho tipo Wiley (Tecnal TE-650®; Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de malha de 1 mm. As amostras depois de moídas, foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas até os procedimentos laboratoriais.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C durante 12 horas, cinzas na mufla sob a temperatura de 600° C durante 4 h e proteína bruta (PB) no aparelho micro Kjeldahl (modelo TE-036/1®, Tecnal, Piracicaba, SP, Brasil) de acordo com Detmann et al¹⁰.

Para a determinação dos valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada metodologia sequencial com adição de amilase termoestável sem a adição de sulfito de sódio descrita por Detmann et al¹⁰. As concentrações de FDN foram corrigidas para cinzas. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com o método AOCS¹¹. A avaliação do conteúdo EE foi realizada com um extrator XT15 (Ankom®) utilizando éter de petróleo e a quantificação determinada pela diferença de peso do saco com a amostra antes e depois da extração (Laboratório de Nutrição Animal – Universidade Federal de Viçosa).

O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado por baixa de acordo com a diferença entre o oferecido e as sobras, com base na MS. Para a determinação do ganho de peso médio diário (GMD) e da eficiência alimentar (EA), os animais foram pesados em jejum de sólidos de 14h no primeiro e no último dia experimental. Foram realizadas

duas pesagens intermediárias sem a utilização de jejum, a fim de acompanhar o desempenho dos animais.

Abate e avaliações da carcaça

Ao final do período experimental (104 dias de confinamento) os animais foram abatidos em um frigorífico de inspeção federal.

Após o abate, as carcaças foram identificadas, divididas em duas meia-carcaças simétricas e pesadas para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça (% RC) foi determinado pela razão entre as variáveis PCQ e PF (peso corporal final). Por conseguinte, as carcaças foram resfriadas em câmara fria a 4°C.

A espessura de gordura subcutânea foi mensurada utilizando-se paquímetro digital (150 mm, modelo HT0403-A1[®], Jiangsu, China) na região do músculo *Longíssimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela, após 24 horas de resfriamento das carcaças.

Análise estatística

Os dados do presente estudo foram analisados utilizando-se o pacote *easynova* (versão 4.0, 2014)¹² do programa estatístico R (R Development Core Team, versão 3.3.1)¹³ para um delineamento em blocos inteiramente ao acaso com 4 tratamentos e 5 repetições, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y = \mu + B_i + T_j + e_{ij},$$

No qual, μ = média global, B_i = efeito do bloco ($i = 1$ a 5), T_j = efeito do tratamento ($j = 1$ a 4) e e_{ij} = erro residual.

Para comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, verifica-se que o consumo de matéria seca dos animais durante o período de adaptação apresentou gradativo aumento para todos os tratamentos, demonstrando que o protocolo de adaptação adotado foi adequado. O consumo de matéria seca (CMS kg/dia) durante o período de adaptação não foi afetado ($P > 0,05$) pela utilização dos diferentes aditivos (Tabela 2).

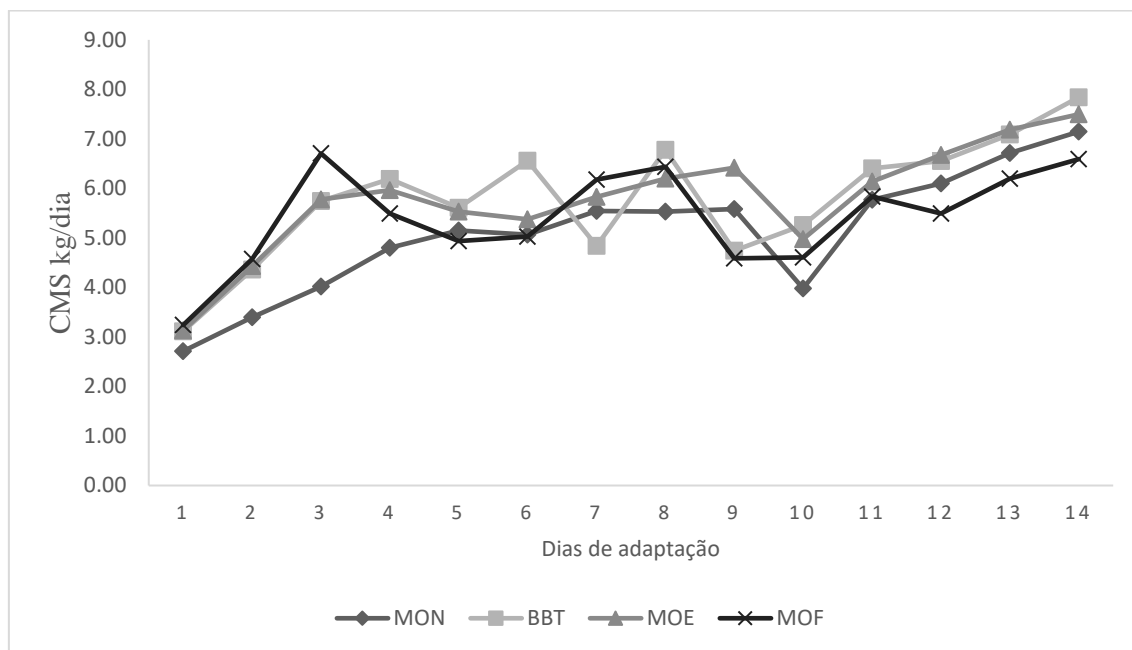


FIGURA 1. Consumo de matéria seca de bovinos da raça Nelore ao longo dos 14 dias de adaptação recebendo aditivos alimentares (MON: monensina; BBT: extrato seco de *Stryphnodendron adstringens*; MOE: mistura de óleos essenciais; MOF: óleos funcionais de caju, mamona e copaíba)

A adaptação às dietas experimentais ocorreu conforme protocolo de dietas múltiplas¹⁴ com níveis crescentes de concentrado durante 14 dias. De acordo com Paulino et al.¹⁵, nas duas semanas iniciais do período de confinamento, uma das maiores preocupações que se tem são os animais que demoram muito tempo para estabilizar o consumo de matéria seca, pois estes podem desenvolver distúrbios metabólicos como a acidose ruminal e ter seu desempenho comprometido durante o período total de confinamento.

Em relação ao período total do confinamento (1 a 104 dias) observa-se na Tabela 2 que o CMS kg/dia foi menor ($P < 0,001$) para os animais que receberam o tratamento com adição de monensina (MON), sendo que estes apresentaram redução de 16,2% no CMS quando comparados aos animais do tratamento com adição de extrato

seco de Barbatimão (BBT) e de 8,6% quando comparados aos animais que receberam o tratamento com óleos funcionais (MOF). Os CMS em relação ao peso vivo do animal (%PV) e em relação ao peso corporal metabólico (PM) também foram inferiores para MON.

TABELA 2. Variáveis de desempenho de bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, alimentados com mesma dieta basal e utilização de diferentes aditivos

Variáveis	Tratamentos				EPM	P- Valor
	MON ¹	BBT ²	MOE ³	MOF ⁴		
Período de adaptação (1 - 14 dias)						
CMS (kg/dia)	4,956	5,544	5,544	5,510	0,189	0,1251
Período total de confinamento (1 - 104 dias)						
CMS (kg/dia)	7,568 ^c	9,030 ^a	8,754 ^{ab}	8,276 ^b	0,127	<0,001
CMS %PC	1,852 ^c	2,200 ^a	2,134 ^a	2,012 ^b	0,026	<0,001
PM	8,322 ^c	9,906 ^a	9,598 ^a	9,060 ^b	0,123	<0,001
CFDN _c (kg/dia)	2,134 ^b	2,720 ^a	2,332 ^b	2,400 ^b	0,071	<0,001
PI (kg)	335,580	335,754	335,300	335,288	0,220	-
PF (kg)	481,654	484,914	486,700	489,114	3,903	0,599
GMD kg/dia	1,388	1,420	1,442	1,464	0,037	0,524
EA (kg/kg)	0,184 ^a	0,160 ^b	0,164 ^b	0,176 ^{ab}	0,005	0,010

¹Monensina sódica; ²Extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae); ³Mistura de óleos essenciais (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol); ⁴Mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba. EPM= erro padrão da média, CMS (kg/dia)= consumo de matéria seca, %PC= consumo de matéria seca em relação ao peso corporal, PM = consumo de matéria seca em relação ao peso corporal metabólico, %CFDN_c= consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas, PI= peso corporal inicial, PF= peso corporal final, GMD= ganho médio diário, EA= eficiência alimentar. Letras minúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Duffield et al.¹⁶ verificaram, em meta-análise de trabalhos publicados entre os anos de 1970 a 2000, a redução de até 3% no CMS de bovinos de corte (em crescimento ou terminação) que tiveram inclusão de monensina em suas dietas. O efeito depressor da monensina no CMS também foi observado por Benchaar et al.¹⁷ que trabalharam com novilhos e novilhas com acesso *ad libitum* a alimentação (redução de 10% no CMS) e por Goodrich et al.¹⁸ (redução média de 6,4% no consumo).

A ação da monensina está relacionada principalmente ao seu potencial em causar mudanças na proporção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no ambiente ruminal¹⁹, aumentando assim, o aporte de precursores gliconeogênicos. A monensina age

sobre as bactérias gram positivas do rúmen disponibilizando de forma mais eficiente os metabólitos da degradação ruminal, ou seja, aumenta a concentração do propionato, reduz a concentração de acetato, acarretando menores perdas de energia na forma de metano (CH₄). Dessa forma o consumo é reduzido devido a melhora na eficiência energética¹⁸.

Jesus²⁰ avaliou o fornecimento de monensina sódica (22,5 mg/kg de MS), dois níveis de extrato seco de Barbatimão (500 e 1000 mg/kg de MS) e dois níveis de óleo bruto de sucupira (250 e 500 mg/kg de MS) para vacas mestiças (Girolando e Jersolando) em lactação. A autora observou maior CMS para os animais que tiveram menor inclusão de extrato seco de Barbatimão (500 mg/kg de MS) quando comparado aos animais que tiveram inclusão de monensina sódica.

Os animais do tratamento BBT consumiram diariamente cerca de 13,5g de extrato seco de Barbatimão com teor de taninos condensados de 44%, ou seja, consumo diário de taninos de 5,94 g animal/dia. Segundo Addisu⁷, o uso de taninos condensados em alta concentração na dieta de ruminantes (acima de 5% na MS) pode afetar o consumo voluntário dos bovinos devido a adstringência e consequente redução na palatabilidade da dieta. A dose diária (0,066 % na MS) fornecida aos animais deste experimento pode ser considerada baixa, pois os animais do tratamento BBT apresentaram consumo mais elevado quando comparado aos demais tratamentos.

Krueger et al.²¹ forneceram altas doses de taninos para novilhos mestiços (168g animal/dia de tanino condensado de mimosa ou tanino hidrolisável de castanha), entretanto também não verificaram diferenças entre os consumos de matéria seca (CMS) ($P > 0,05$) dos grupos que receberam taninos e do grupo controle sem taninos.

Ressalta-se a importância do controle da quantidade de taninos condensados fornecidos aos bovinos, pois além da redução no CMS a oferta de grandes quantidades de taninos pode reduzir a disponibilidade de nutrientes através da formação de complexos com proteínas, o que pode alterar a fisiologia digestiva dos animais, causar lesões nas mucosas e consequentemente diminuir a produtividade animal²².

Houve maior consumo de FDN ($P < 0,001$) pelos animais do tratamento BBT (2,720 kg/dia) o que pode ser explicado pelo maior CMS dos animais desse tratamento. O consumo de matéria seca voluntário pode ser reduzido conforme a fração de FDN da dieta aumente, isso ocorre devido as limitações físicas e metabólicas dos animais²³. Os animais do tratamento BBT consumiram em média 0,81% do PC de FDN, o que não ocasionou a restrição do consumo.

As variáveis de desempenho PF (kg) e GMD (kg/d) não foram afetadas pelos tratamentos experimentais ($P > 0,05$), sendo que o PF médio dos animais do experimento foi de 485,60 kg e o GMD médio de 1,42 kg/d (Tabela 2).

O fornecimento de tanino condensado de mimosa ou tanino hidrolisável de castanha durante o período de 42 dias de confinamento, também não afetaram ($P > 0,05$) o PF, o GMD e a EA de novilhos mestiços²¹. Entretanto, Barajas et al²⁴ verificaram que os animais que receberam mistura de taninos condensados e hidrolisáveis (quebracho e castanheira) tiveram melhor GMD (1,53 kg/d) e um aumento de 7% no PF quando comparados ao tratamento sem adição de taninos (1,37 kg/dia).

Rivera-Méndez et al²⁵ avaliando os efeitos da adição de níveis de taninos condensados e hidrolisáveis (quebracho e castanheira) sobre o desempenho de bovinos da raça holandesa, verificaram o aumento de 6,5% no GMD e de 5,5% na EA (inclusão de 0,2%, 0,45% ou 0,6%, de taninos na MS) em comparação àqueles que não tiveram inclusão de tanino (0%, de taninos na MS).

Em trabalho conduzido com sessenta bovinos mestiços Barajas et al²⁶ concluíram que houve aumento linear no PF ($P < 0,01$) à medida que prolongou-se o tempo de utilização da mistura de taninos condensados e hidrolisáveis (quebracho e castanheira nos dias 0, 67 ou 98).

Benchaar et al.¹⁷, em experimento com bovinos de corte Angus x Hereford (20 fêmeas e 20 machos) visando avaliar os efeitos da adição de monensina (33 mg/kg de MS) e diferentes doses de uma mistura de óleos essenciais (timol, eugenol, vanilina e limoneno) também não verificaram melhor GMD ($P > 0,05$) com a adição dos óleos essenciais na dieta dos animais.

Já Valero et al.²⁷ com o objetivo de avaliar o efeito da adição de própolis ou óleos funcionais (caju e mamona) sobre o desempenho de bovinos mestiços (½ Aberdeen Angus, ½ Nelore) verificaram que o PF e o GMD foram maiores ($P < 0,05$) para os animais alimentados com ração com a adição dos óleos funcionais. Da mesma forma a EA mostrou-se melhor ($P < 0,04$) para os animais que receberam a adição dos óleos funcionais.

Observa-se na Tabela 2, que EA foi melhor ($P < 0,05$) para os animais do tratamento MON (0,184 kg/kg) quando comparado aos tratamentos BBT (0,160 kg/kg) e MOE (0,164 kg/kg), e semelhante ($P > 0,05$) quando comparado ao tratamento MOF (0,176 kg/kg).

De acordo com Duffield et al.¹⁶, vários são os fatores que podem afetar a avaliação dos efeitos da monensina sobre a eficiência alimentar: dieta; animais; e, tempo de confinamento. Entretanto, mesmo com a diversidade desses fatores, os autores puderam concluir que há efeito linear da dose de monensina utilizada sobre a EA, e que esta pode ser melhorada em até 6,4%. No presente estudo observou-se melhora de 13,04% na EA com a utilização da monensina sódica quando comparada à utilização de taninos condensados.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos ($P > 0,05$) para as variáveis peso de carcaça quente (PCQ, kg) e rendimento de carcaça (RC,%). O rendimento médio de carcaça para os animais deste estudo foi de 56,01% (Tabela 3).

TABELA 3. Características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com mesma dieta basal e diferente aditivos

Variáveis	Tratamentos				EPM	P- Valor
	MON ¹	BBT ²	MOE ³	MOF ⁴		
PCQ (kg)	271,196	273,828	274,728	276,076	1,716	0,279
RC (%)	56,240	56,450	56,400	56,442	0,275	0,942
EGS (mm)	3,138	2,602	2,788	2,816	0,221	0,418

¹Monensina; ²Extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae); ³Mistura de óleos essenciais; ⁴óleos funcionais de caju, mamona e copaíba.

PCQ= peso de carcaça quente; RC= rendimento de carcaça; EGS= espessura de gordura subcutânea

A espessura de gordura subcutânea (EGS, mm) foi semelhante para todos os tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 3). Sabe-se que esta variável, além de estar relacionada ao aspecto visual da carcaça (acabamento), também contribui para a proteção contra desidratação durante o resfriamento²⁸.

A interação de fatores como sistemas de terminação, raça, sexo e idade pode afetar diretamente a EGS^{29,30}, sendo que a EGS desejada está entre 3 e 5mm²⁹. No presente estudo a média da EGS foi de 2,84 mm, considerada baixa, porém dentro do padrão para bovinos machos da raça Nelore não castrados³¹⁻³³.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram relatados por Ebert et al.³⁴ que não encontraram diferenças ($P > 0,12$) para PCQ, RC (%) e espessura de gordura subcutânea (EGS) quando avaliaram níveis de inclusão de taninos condensados (0; 0,5 e 1,0%, na MS) na alimentação de bovinos mestiços Angus. Valero et al²⁷ também não observaram diferenças nas características de carcaça de bovinos

mestiços (½ Aberdeen Angus, ½ Nelore), porém encontraram valores médios maiores para EGS (5,0 mm).

Já Barajas et al.²⁶ e Camacho et al.³⁴ encontraram valores mais elevados de PCQ quando incluíram 0,32 % de taninos condensados e hidrolisáveis de quebracho na MS da dieta.

De acordo com Stock e Mader³⁶, em dietas com alta proporção de carboidratos fermentáveis a monensina sódica pode contribuir para a redução do consumo de matéria seca e para a melhora da eficiência alimentar, não afetando o ganho de peso médio diário e o rendimento de carcaça, o que pode ser observado no presente trabalho (Tabelas 2 e 3).

A não ocorrência de mudanças nas características de carcaças com o uso dos diferentes aditivos seria ponto favorável a se considerar^{5, 29, 37}, pois deve-se ter cautela ao adicionar um novo produto à ração de bovinos. Alguns compostos podem influenciar de forma positiva ou negativa a qualidade do produto final, interferindo na oxidação lipídica da carne, na atividade antioxidante, na cor do produto e concomitantemente na sua vida de prateleira³⁷. Entretanto, não foi possível tais avaliações no presente estudo.

Conclusão

O uso da monensina sódica proporcionou menor consumo de matéria seca em bovinos Nelore confinados. A eficiência alimentar foi melhor para os animais que consumiram ração com monensina sódica comparada aos que consumiram o extrato seco de Barbatimão.

O uso de aditivos fitogênicos na ração de bovinos confinados não influenciou as características de carcaça, porém a utilização da monensina sódica ainda proporciona melhores resultados de desempenho.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Universidade Federal de Goiás – UFG pela concessão da bolsa de doutorado. A descrição dos produtos comerciais fez-se necessária para o fornecimento de informações específicas, não sendo uma recomendação por parte do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Referências

1. Khiaosa-Ard, R., & Zebeli, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *J of An Sci.* (2013); 91(4): 1819-1830.
2. Owens, F. Adaptação de gado confinado a dietas ricas em grãos: distúrbios metabólicos e desempenho. In: Simpósio sobre bovinocultura de corte. 2007. Piracicaba. AnaisG Piracicaba: FEALQ, 2007. 221-235.
3. World Health Organization. WHO guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. In WHO guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. (2017).
4. Acamovic, T., & Brooker, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proc of the Nut Soc.* 2005; 64(3): 403-412.
5. Purevjav T, Hoffman M.P, Ishdorj A, Conover A.J, Jedlicka M.E, Prusa K, Torrent J, Pusillo G.M. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. *The Professional Animal Scientist.* 2013; 29(4):426–434.
6. Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Green, A., Warner, D. J., Stedman, A., & Naseby, D. Review of substances/agents that have direct beneficial effect on the environment: mode of action and assessment of efficacy. 2013; 10.
7. Addisu, S. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. *J of Ani and F Res.* 2016; 6(2): 45-56.
8. Tabke, M. C., Sarturi, J. O., Galyean, M. L., Trojan, S. J., Brooks, J. C., Johnson, B. J., ... & Thompson, A. J. Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed steam-flaked corn-based finishing diets. *J of An Sci.* 2017; 95(11): 5124-5136
9. National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed., Washington: The National Academies Press, 2000; 249 p.
10. Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielle, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Landeira, M. M.; Azevedo, J. A. 2012. Métodos para análise de alimentos – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. 1 ed., Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 214 p.
11. AOCS - American Oil Chemists' Society. 2009. Official methods and recommended practices of the AOCS, 6th ed., Denver: AOCS.
12. Arnhold, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary 363 analyses. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2013; 50:488–492.
13. R Development Core Team, R. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R. D. C. Team, editor. *R Found. Stat. Comput.*:409. Available from: <http://www.r436project.org>.
14. Millen, D. D., R. D. L. Pacheco, M. D. B. Arrigoni, M. L. Galyean, and J. T. Vasconcelos. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sci.* 2009; 87:3427–3439.

15. Paulino, P.V.R., Carvalho, J.C.F., Cervieri, R.C., Terêncio, P., Vargas, A. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: Congresso Latino Americano de Nutrição Animal-CLANA. 2010. 4, 351-362.
16. Duffield, T. F., Merrill, J. K., Bagg, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *J Anim Sci.* 2012; 90:4583-4592.
17. Benchaar, C.; Duynisveld, J. L.; Charmley, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Can J of An Sci.* 2006; 86(1): 91-96.
18. Goodrich, R. D., Garrett, J. E., Gast, D. R., Kirick, M. A., Larson, D. A., & Meiske, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. *Jof An Sc.* 1984; 58(6): 1484-1498.
19. Tedeschi, L. O., Callaway, T. R., Muir, J. P., & Anderson, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. *Rev Bra de Zoot.* 2011; 40: 291-309.
20. Jesus, F. D. D. Uso do extrato seco de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e óleo bruto de sucupira (*Pterodon emarginatus*) e monensina na dieta de vacas leiteiras [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2015.
21. Krueger, W. K.; Gutierrez-Bañuelos, H.; Carstens, G. E.; Min, B. R.; Pinchak, W. E.; Gomez, R. R.; Anderson, R.C.; Krueger, N.A.; Forbes, T. D. A. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *An Feed Sci and Tech.* 2010; 159(1): 1-9.
22. Frutos, P., G. Hervas, F.J. Giraldez, and A.R. Mantecon. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Span J of Agric Res.* 2004; 2(2): 191-202.
23. Detmann, E., Gionbelli, M. P., & Huhtanen, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *J of Anim Sci.* 2014; 92(10), 4632-4641.
24. Barajas, R. B. J., Cervantes, A., Camacho, M., Verdugo, M.A., Espino, L.R., Flores, J.A., Romo, E.A., Velaquez, J.J., Lomeli. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89, E-Suppl. 1. (abstract).
25. Rivera-Méndez, C., A. Plascencia, N. Torrentera, R. A. Zinn. Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. *J. Appl. Anim. Res.* 2017; 45:199–203.
26. Barajas, R. B. J., Cervantes, A., Arechiga, S. C., Espino, M. A., Flores, L. R., Camacho, A., Romo, J. A. Effect of length feeding additional tannins-extract on feedlot-performance of finishing-bulls. *J. Anim. Sci.* 2014; 89, E-Suppl. 1. (abstract).
27. Valero, M. V., Torrecilhas, J. A., Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Madrona, G. S., Prado, R. M. D., Passetti, R. A. C., Rivaroli, D. C., Visentainer, J. V., Prado, I. N. D. Propolis or cashew and castor oils effects on composition of Longissimus muscle of crossbred bulls finished in feedlot. *Chil Jou of Agric Res.* 2014; 74(4), 445-451.

28. Jorge, A. M., Fontes, C. A. D. A., Paulino, M. F., Gomes Júnior, P., & Ferreira, J. N. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade: 2. Características da carcaça. *Rev Brasil Zoo*. 1999; 381-387.
29. Hopkins, D. L., Brooks, A. A., Johnston, A. R. Factors affecting subcutaneous fat depth at two sites on beef carcasses. *Aust Jour of Exp Agri*: 1993; 33(2), 129-133
30. Rotta, P. P., Prado, R. D., Prado, I. D., Valero, M. V., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2009; 22(12): 1718-1734.
31. Jorge, A. M., Fontes, C. A. A., Soares, J. E., Freitas, J. D., Rodrigues, L. R., Queiroz, A. C., & Resende, F. D. (1997). Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Rev Brasil de Zoo*. 1997; 26(5): 1039-1047.
32. Freitas, A. K. D., Restle, J., Pacheco, P. S., Padua, J. T., Lage, M. E., Miyagi, E. S., & Silva, G. F. R. D. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. *R. Bras. Zootec.*, 2008; 37(6): 1055-1062.
33. Dias, A. M., Oliveira, L. B. D., Ítavo, L. C. V., Mateus, R. G., Gomes, E. N. O., Coca, F. O. D. C. G., ... & Mateus, R. G. Finishing of Nelore steers, castrated and no-castrated, in feedlot diet with high-grain. *Rev Brasi de S e Prod An*. 2016; 17(1): 45-54.
34. Ebert, P. J., Bailey, E. A., Shreck, A. L., Jennings, J. S., & Cole, N. A. Effect of condensed tannin extract supplementation on growth performance, nitrogen balance, gas emissions, and energetic losses of beef steers. *J Anim Sci*. 2017; 95(3): 1345-1355.
35. Camacho, A., B.J. Cervantes, M.A. Espino, M. Verdugo, L.R. Flores, J.A. Romo, R. Barajas. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. *J. Anim. Sci*. 2011: 89, E-Suppl. 1 (abstract).
36. Stock, R.; Mader, T. L. Feed additives for beef cattle. Nebguide G85-761-A. 1985. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1295&context=extensionhist>>.
37. Monteschio, J. O, de Souza, K. A., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Valero, M. V., Kempinski, E. M. B. C., Barcelos, V. C.; Nascimento, K. F. do Prado, I. N. Clove and rosemary essential oils and encapsulated active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. *Meat Sci*. 2017; 130, 50-57.

**CAPÍTULO 3: ADITIVOS FITOGÊNICOS NA FERMENTAÇÃO RUMINAL E
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES**

¹Formato para submissão na revista Ciência Animal Brasileira (2018)

ADITIVOS FITOGÊNICOS NA FERMENTAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES

PHYTOGENIC ADDITIVES ON RUMEN FERMENTATION AND DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS

Kíria Karolline Gomes Moreira Guimarães^{1*}

¹Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

*Autor para correspondência: kiriakarolline@hotmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar as características da fermentação ruminal de bovinos confinados e a digestibilidade aparente dos nutrientes de uma dieta de terminação com uso de aditivos fitogênicos. Cinco novilhos castrados fistulados no rúmen ($275,40 \pm 15,53$ kg) foram usados em delineamento Quadrado Latino 5×5 . Os tratamentos foram: CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão (*S. Adstrigens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais de (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol) - 118 mg/kg de MS; MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. A dieta continha, em base seca, 19,49% de bagaço de cana e 80,51% de concentrado com milho, farelo de soja, ureia e minerais. Não houve efeito dos aditivos ($P > 0,05$) sobre o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a concentração de AGCC, a relação acetato:propionato e a concentração de N-NH₃. Novilhos alimentados com MOF apresentaram pH ruminal mais elevado (6,75) do que novilhos recebendo BBT (6,54; $P < 0,05$). Aditivos fitogênicos possuem potencial para substituir antibióticos sintéticos sem prejudicar o sistema produtivo de bovinos de corte.

Palavras-chave: extratos de plantas; monensina; óleos essenciais; ruminantes; taninos.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the characteristics of ruminal fermentation and digestibility of nutrients of a finishing diet with phytogetic additives. Five fistulated steers (initial BW = 275.40 ± 15.53 kg) were used in a 5×5 Latin Square design. Treatments were: CTL - no additive; MON – monensin 30 mg/kg DM; BBT - extract of *S. Adstrigens* (Barbatimão) 1.500 mg/kg DM; MOE - mixture of essential oils 118 mg/kg DM; MOF - mixture of functional oils from cashew, castor, and copaiba 250 mg/kg DM. The diet consisted on DM basis of 19.49% of sugarcane bagasse and 80.51% of concentrate with corn, soybean meal, urea and minerals. There were no effects ($P > 0.05$) on nutrients intake, apparent digestibility, concentration of VFA, acetate:propionate ratio and concentration of NH₃-N. Steers fed MOF showed higher ruminal pH (6,75) than BBT (6,54; $P < 0.05$). Phytogetic additives have the potential to replace synthetic antibiotics without penalizing the productive system of beef cattle.

Keywords: plants extracts; monensin; ruminants; tannins.

Introdução

Atualmente tem-se intensificado a demanda de mercados específicos que proíbem a utilização de aditivos antibióticos como promotores de crescimento na nutrição de animais destinados a produção de proteína animal. Entretanto, estas substâncias são responsáveis por melhorar consideravelmente o desempenho animal e, conseqüentemente, aumentar e viabilizar economicamente a produção pecuária. A busca de alternativas para estas substâncias visa principalmente a prevenção do risco de desenvolvimento de microrganismos patogênicos resistentes aos antibióticos utilizados no tratamento de humanos¹.

Estudos já realizados revelam que diversos compostos extraídos de plantas, como taninos, óleos essenciais e óleos funcionais, denominados aditivos fitogênicos, tem mostrado resultados promissores como melhoradores de desempenho²⁻¹⁰. Existem produtos comerciais disponíveis no mercado que evidenciam a eficiência do uso desses compostos. Esses aditivos alteram os processos envolvidos na fermentação ruminal, interferindo nas vias metabólicas e modificando o ecossistema do rúmen⁴. Verifica-se na literatura que os efeitos dos aditivos fitogênicos dependem do tipo de dieta, da concentração do aditivo na dieta, da quantidade ingerida, da ação no trato gastrointestinal e também do estado fisiológico do animal²⁻¹².

Taninos são polímeros fenólicos que protegem as plantas contra a ação de herbívoros¹² sendo capazes de complexarem com macromoléculas como proteínas². Óleos essenciais são substâncias lipofílicas, líquidas, aromáticas e voláteis, responsáveis pelas características de odor, cor⁹ e relacionados aos mecanismos de defesa das plantas⁴. Óleos funcionais são lipídeos que possuem ação antimicrobiana, além de valor nutricional energético, e não são derivados de essências e pimentas¹⁰.

Com base nestas informações construiu-se a hipótese de que os aditivos fitogênicos modificam as características da fermentação ruminal, o que alteram a digestibilidade dos nutrientes. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar as características da fermentação ruminal de bovinos e a digestibilidade aparente dos nutrientes de uma dieta de terminação com uso de aditivos fitogênicos.

Material e Métodos

A execução deste estudo foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Goiás (CEUA/UFG. protocolo nº 89/14).

Foram utilizados cinco bovinos da raça Nelore providos de cânulas ruminais, castrados e com peso corporal médio inicial de $275,4 \pm 15,53$ kg. Os novilhos foram confinados em baias individuais no Confinamento Experimental de Bovinos de Corte (CEBC) localizado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG). O estudo foi conduzido no período de julho a setembro de 2014 em delineamento de Quadrado Latino 5x5. A duração total do experimento foi de 70 dias dividido em 5 períodos de 14 dias. Os dez primeiros dias de cada período experimental foram de adaptação às dietas, que eram fornecidas uma vez ao dia às 08h. Nos quatro dias subsequentes foram realizadas as colheitas das amostras de alimentos (oferecido e sobras), fezes e conteúdo ruminal para análises posteriores.

Todos os novilhos foram alimentados com a mesma dieta acrescida dos aditivos. A dieta foi formulada de acordo com o NRC¹³ para um ganho médio diário (GMD) por animal de 1,5 kg/dia. A dieta foi composta em base de matéria seca (MS) por 19,49% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*; 51,15% de milho moído; 23,63% de casca de soja; 1,22% de farelo de soja; 1,22% da pré mistura de farelo de soja com o tratamento; 1,46% de ureia; e 1,83% de núcleo mineral e vitamínico (Ca: 130 g/kg; Na: 111 g/kg; P: 60 g/kg; S: 20 g/kg; Mg: 6 g/kg; Zn: 4000 mg/kg; Cu, 1000 mg/kg; Mn: 600 mg/kg; Fe: 600 mg/kg; Co: 80 mg/kg; I: 80 mg/kg; Se: 8 mg/kg - Ganho 60 Corte, Ganho Nutrição Animal, Goiânia, Goiás, Brasil).

A composição bromatológica média da dieta base foi 81,0% MS; 2,9% EE; 13,3% PB; 38,0% FDN; 43,0% CNF; 69,6% NDT; 0,40% Ca; e 0,35% P.

Os tratamentos foram: **CTL**: sem aditivo; **MON**: monensina - 30 mg/kg de MS (Rumensin-200; Elanco Saúde Animal, São Paulo, São Paulo, Brazil); **BBT**: extrato seco de Barbatimão - *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville - 1.500 mg/kg de MS; **MOE**: produto comercial - mistura de óleos essenciais e seus principais compostos eram o cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol. Dose comercial - 118 mg/kg de MS; **MOF**: produto comercial - mistura de óleos funcionais de caju (processamento da castanha de caju *Anacardium occidentale* L. - ácido anacárdico, cardol e cardanol), mamona (extraído da semente de mamona *Ricinus communis* L.- ácido ricinoleico) e copaíba (*Copaifera langsdorfii* L.). Dose comercial - 250 mg/kg de MS.

Os quatro aditivos utilizados neste estudo foram previamente misturados ao farelo de soja na fábrica de rações da EVZ/UFG e só após este procedimento foram adicionados ao concentrado.

Visando não limitar o consumo de matéria seca, a quantidade de ração fornecida foi ajustada com base no consumo do dia anterior, objetivando manter diariamente 5% de sobras. Os novilhos tinham acesso *ad libitum* à ração e água.

Para a estimativa de consumo individual foram registrados os pesos da ração oferecida e das sobras de cada animal nos dias 11, 12, 13 e 14 após o período de adaptação. Amostras da ração oferecida e das sobras foram coletadas e congeladas a -20°C.

Aproximadamente 200g de fezes foram colhidas diretamente no reto dos novilhos nos dias 11, 12 e 13 de cada período experimental. As amostras foram coletadas duas vezes (pela manhã e ao final da tarde)¹⁴, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20°C. Após o término do experimento as amostras de alimentos e de fezes foram descongeladas, pré-secas a 55°C em estufa de ventilação forçada por 72 horas, moídas a 1 mm em moinho tipo Wiley e homogeneizadas em quantidades iguais de cada colheita para formar uma amostra composta por tratamento (animal) e por período.

As análises para a determinação dos teores de matéria seca (MS) foram realizadas em estufa a 105°C. A matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) corrigido para cinzas com adição de amilase termoestável e sem a adição de sulfito de sódio e fibra em detergente ácido (FDA) metodologia sequencial¹⁵, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da EVZ/UFG. O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com o método AOCS¹⁶ no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa.

A produção fecal foi estimada com marcador externo óxido crômico (Cr₂O₃). Dez dias antes do início da colheita das amostras de fezes e nos dias da colheita, 5 gramas do marcador foram fornecidas via cânula ruminal. A determinação do marcador foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica¹⁵ e a produção fecal foi calculada dividindo-se a quantidade fornecida pela concentração nas fezes.

A digestibilidade aparente do trato total para MS, matéria orgânica (MO), PB, FDN, FDA e hemicelulose foram calculadas utilizando-se a seguinte equação:

$$100 - \left\{ \frac{(\text{concentração de Cr}_2\text{O}_3 \text{ na alimentação}) \times (\text{concentração do nutriente nas fezes})}{\text{concentração de Cr}_2\text{O}_3 \text{ nas fezes} \times \text{concentração do nutriente no alimento}} \right\} \times 100$$

Amostras do conteúdo ruminal foram colhidas via cânula ruminal em diferentes pontos do rúmen no dia 14 do período experimental antes do fornecimento (0 h), 2, 4, 8 e 12 horas após o fornecimento de ração.

O conteúdo ruminal colhido foi filtrado em camada dupla de tecido de algodão e, imediatamente após esse processo, foi medido o pH do líquido ruminal filtrado utilizando um potenciômetro digital portátil (Bel; Piracicaba, São Paulo). Em seguida, duas alíquotas de 50 mL de fluido ruminal foram armazenadas sem conservantes à -20°C para análises posteriores de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

A concentração de AGCC foi determinada por cromatografia gasosa (Shimadzu GC-2010, Kyoto, Japão) segundo metodologia de Erwin et al.¹⁷. A concentração de N-NH₃ foi determinada por espectrofotometria (BIOspectro SP-22; Curitiba, Paraná, Brasil) a 550 nm, de acordo com Chaney e Marbach¹⁸.

Os dados referentes ao consumo e digestibilidade foram analisados utilizando o pacote "easynova" (versão 4.0, 2014)¹⁹ do programa estatístico R (R Development Core Team, versão 3.3.1)²⁰. Os tratamentos e o período representaram o efeito fixo do modelo, enquanto que o animal representou o efeito aleatório, conforme equação 1.

$$(1) Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + D_k + e_{ijk}$$

Na qual:

Y_{ijk} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito aleatório de animal ($i = 1$ a 5), P_j = efeito fixo de período ($j = 1$ a 5), D_k = efeito fixo do tratamento ($k = 1$ a 5), e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Os resultados de pH, AGCC e N-NH₃ foram analisados como medidas repetidas no tempo por intermédio do pacote "easynova" (versão 4.0, 2014)¹⁹ do programa estatístico R (R Development Core Team, versão 3.3.1, 2015)²⁰. O animal foi considerado como efeito aleatório no modelo, enquanto que o tratamento, o período, o tempo de coleta e a interação entre tratamento x tempo foram considerados efeitos fixos, conforme equação 2.

$$(2) Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + D_k + e_{ijk} + T_l + D * T + e_{lk}$$

Na qual:

Y_{ijkl} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito aleatório de animal ($i = 1$ a 5), P_j = efeito aleatório de período ($j = 1$ a 5), D_k = efeito fixo de tratamento ($k = 1$ a 5), e_{ijk} = erro tipo 1, T_l = efeito fixo de tempo ($l = 1$ a 5) e e_{lk} = erro tipo 2.

A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, sendo considerada diferença estatística quando $P \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

Os aditivos fitogênicos e amonensina sódica não alteraram o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta de terminação ($P > 0,05$; Tabela 1).

TABELA 1. Consumo de nutrientes e a digestibilidade aparente no trato digestivo total de dieta de terminação contendo 20% de volumoso com diferentes aditivos melhoradores de desempenho

	Tratamentos ¹					EPM ²	Valor P
	CTL	MON	BBT	MOE	MOF		
Consumo, kg/d							
MS	6,5	7,0	7,1	5,9	7,2	0,71	0,559
MO	6,3	6,8	6,9	5,7	7,0	0,69	0,558
PB	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	0,12	0,619
FDN	2,3	2,5	2,5	2,1	2,6	0,24	0,530
FDA	1,3	1,4	1,3	1,1	1,4	0,14	0,460
Hemicelulose	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	0,12	0,711
Digestibilidade, %							
MS	57,13	69,01	64,27	57,50	64,57	4,110	0,166
MO	58,75	70,51	66,27	59,80	66,55	3,946	0,162
PB	76,21	78,22	77,85	74,54	75,69	2,710	0,771
FDN	48,66	60,29	55,37	48,99	59,68	6,291	0,437
FDA	42,92	57,53	50,64	42,03	56,61	5,077	0,084
Hemicelulose	56,28	63,20	60,40	55,56	63,05	8,986	0,924

¹CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT -extrato de Barbatimão (*S. Adstringens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais 118 mg/kg de MS; MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. MS= matéria seca; MO= matéria original; PB= proteína bruta; FDN= fibra solúvel em detergente neutro; FDA= fibra solúvel em detergente ácido. ²Erro padrão da média.

Jesus²¹ não observou diferenças na digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta de vacas mestiças (Girolando e Jersolando) em lactação que receberam como aditivos monensina (22,5 mg/kg de MS), dois níveis de extrato seco de Barbatimão (500 e 1000 mg/kg de MS) ou dois níveis de óleo bruto de sucupira (250 e 500 mg/kg de MS).

Souza²², avaliando a cinética de degradação ruminal da matéria seca (MS) com o extrato seco de Barbatimão (*S. adstringens*) em dieta com 10% de volumoso, verificou que em altas dosagens (3.000 ppm) podem reduzir em até 34,5% o potencial de degradabilidade da MS.

Os resultados de pH do fluido ruminal de novilhos alimentados com dieta contendo diferentes aditivos alimentares estão apresentados na Figura 1. Em relação ao tempo após o fornecimento da dieta, foram registrados os valores de pH de 6,86, 6,96, 6,65, 6,36 e 6,41 para 0, 2, 4, 8 e 12 horas, respectivamente ($P < 0,001$).

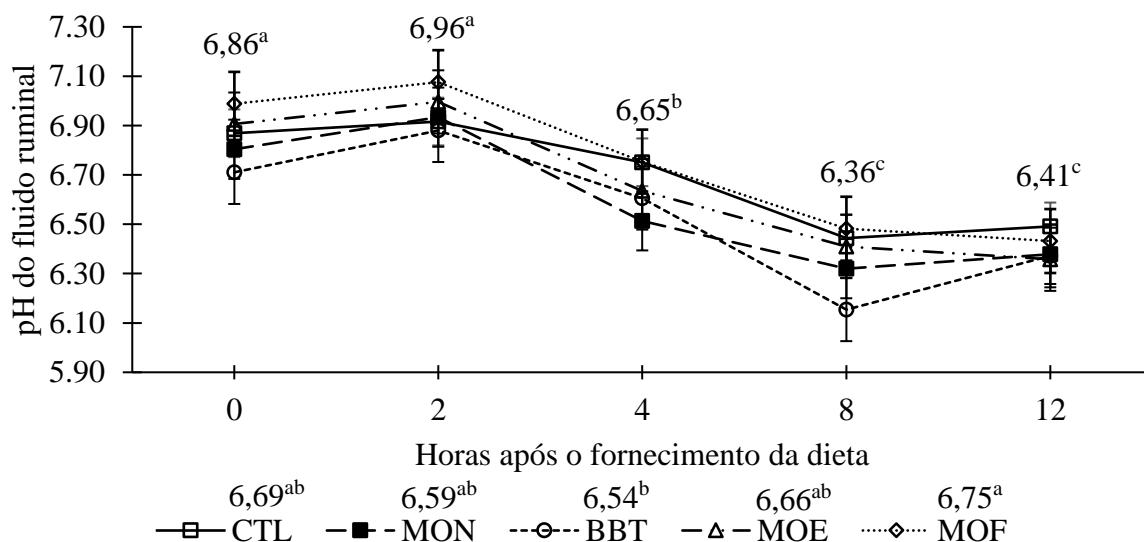


Figura 1. Valores de pH do fluido ruminal de novilhos alimentados com dieta de terminação com diferentes aditivos melhoradores de desempenho (CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão [*S. Adstringens*] 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais [cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol] - 118 mg/kg de MS; MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS; Erro padrão da média = 0,050; Tratamento $P = 0,042$; Tempo $P < 0,001$; Tratamento x Tempo $P = 0,939$).

Não houve interação entre os aditivos e o tempo após fornecimento da dieta ($P = 0,939$) sobre os valores de pH ruminal (Figura 1). De maneira geral, foram observados elevados valores de pH ruminal, provavelmente em virtude da inclusão de 19,49% de bagaço de cana *in natura* na dieta dos novilhos. O bagaço de cana *in natura* apresenta

elevada capacidade de promover mastigação, o que resulta em tamponamento dos ácidos produzidos no rúmen, mantendo o pH mais elevado²³.

Os valores médios de pH ruminal foram 6,69, 6,59, 6,54, 6,66 e 6,75 para os tratamentos CTL, MON, BBT, MOE e MOF, respectivamente (P = 0,042, Tabela 2).

Novilhos recebendo aditivo rico em taninos condensados (BBT) apresentaram o menor valor de pH ruminal (6,54) (Tabela 2) o que, no entanto, não caracteriza risco de acidose para os animais²⁴. O pH ruminal reduziu nas horas após o fornecimento da dieta, como reflexo dos ácidos graxos produzidos pela fermentação dos nutrientes.

TABELA 2. Valores médios de pH do fluido ruminal de novilhos alimentados com dieta contendo 19,49% de volumoso com diferentes aditivos melhoradores de desempenho

pH Ruminal	Tratamentos ¹					EPM ²
	CTL	MON	BBT	MOE	MOF	
Média	6,69 ^{ab}	6,59 ^{ab}	6,54 ^b	6,66 ^{ab}	6,75 ^a	0,050

¹CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão (*S. Adstringens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE - mistura de óleos essenciais (cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol) - 118 mg/kg de MS; MOF - mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. ²Erro padrão da média. ^{ab}Letras minúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$). Valores de P: Tratamento P = 0,042.

Em experimento para avaliar os efeitos da inclusão de taninos condensados de quebracho (0, 1%, 2%, 4% ou 6% na MS) sobre a fermentação ruminal, Dickhoefer et al.²⁵, verificaram menor valor de pH ruminal (P < 0,001) para os maiores níveis de inclusão de taninos (6,59 e 6,54, respectivamente), valores muito próximos aos encontrados neste estudo. Por outro lado, em estudo Jesus²¹ não observou diferenças (P > 0,05) no pH ruminal dos animais, concluindo que as dosagens utilizadas não foram capazes de alterar a fermentação ruminal.

De acordo com Cardozo et al²⁶, o potencial de ação dos extratos fitogênicos pode estar relacionado ao pH ruminal, pois dependendo do pH encontrado as moléculas ativas dos produtos naturais podem estar em seu estado dissociado (hidrofílico) ou não dissociado (hidrofóbico). Assim, a medida que o pH cai, as moléculas ficam em sua forma hidrofóbica tornando-se capazes de interagir com as membranas celulares das bactérias gram positivas, exercendo desse modo, seu efeito antimicrobiano.

Na Tabela 3 estão apresentadas as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) do fluido ruminal de novilhos alimentados com diferentes aditivos alimentares. Houve diferença ($P = 0,009$) para a concentração de valerato, que foi menor para novilhos alimentados com MON (0,68 mM) e maior para BBT e MOE (0,81 mM).

Não houve diferenças na concentração de AGCC (mM) ($P = 0,234$) e na relação acetato:propionato ($P = 0,225$) (Tabela 3). Os resultados do presente estudo não apresentaram o comportamento comum da monensina sódica de ocasionar a menor relação acetato:propionato²⁷⁻²⁸.

Cardozo et al.²⁹ relatam que em condições de pH ruminal elevado, como neste estudo em que os novilhos foram alimentados com dieta contendo alta proporção de volumosos, óleos essenciais podem manter ou diminuir a produção total de AGCC como também manter ou aumentar a relação acetato:propionato.

TABELA 3. Concentração de AGCC (mM) do fluido ruminal de novilhos alimentados com dieta contendo 19,49% de volumoso com diferentes aditivos melhoradores de desempenho

AGCC (mM)	Tratamentos ¹						Valor P
	CTL	MON	BBT	MOE	MOF	EPM ²	
Total	38,20	42,72	52,88	51,97	47,98	6,199	0,234
Acetato	24,10	27,26	34,63	33,87	30,74	4,144	0,297
Propionato	7,33	9,46	9,95	10,63	9,85	1,728	0,685
Butirato	4,58	4,64	6,04	5,30	5,24	0,507	0,200
Isobutirato	0,51	0,47	0,56	0,52	0,51	0,025	0,168
Valerato	0,78 ^{ab}	0,68 ^b	0,81 ^a	0,81 ^a	0,72 ^{ab}	0,028	0,009
Isovalerato	0,89	0,84	0,88	0,85	0,83	0,036	0,707
A:P	3,46	3,13	3,53	3,31	3,46	0,139	0,225

¹CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT -extrato de Barbatimão (*S. Adstrigens*) 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais 118 mg/kg de MS; MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS. ²Erro padrão da média.

^{abc}Letras minúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Souza²² verificou que o extrato seco de Barbatimão não favoreceu a fermentação ruminal, pois mesmo em baixo nível de inclusão (30 ppm) o extrato reduziu

a concentração de propionato ($P < 0,05$), o que poderia gerar impacto negativo na produção animal.

Dickhoefer et al.²⁵ e Beauchemin et al.²⁸ verificaram redução na razão acetato:propionato com o aumento de nível de inclusão de taninos condensados de quebracho na dieta de ruminantes. No estudo de Dickhoefer et al.³⁰ foram testadas inclusões de até 6% da MS de extrato de tanino enquanto que Beauchemin et al.²⁸ avaliaram inclusões mais moderadas de 0, 1 e 2% de taninos na MS. Sendo assim, verifica-se que dietas de diferentes composições e taninos condensados provenientes de outras plantas podem gerar resultados diferentes em relação a fermentação ruminal.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do fluido ruminal de novilhos alimentados com diferentes aditivos. Houve interação dos tratamentos com o tempo após fornecimento da dieta ($P = 0,017$).

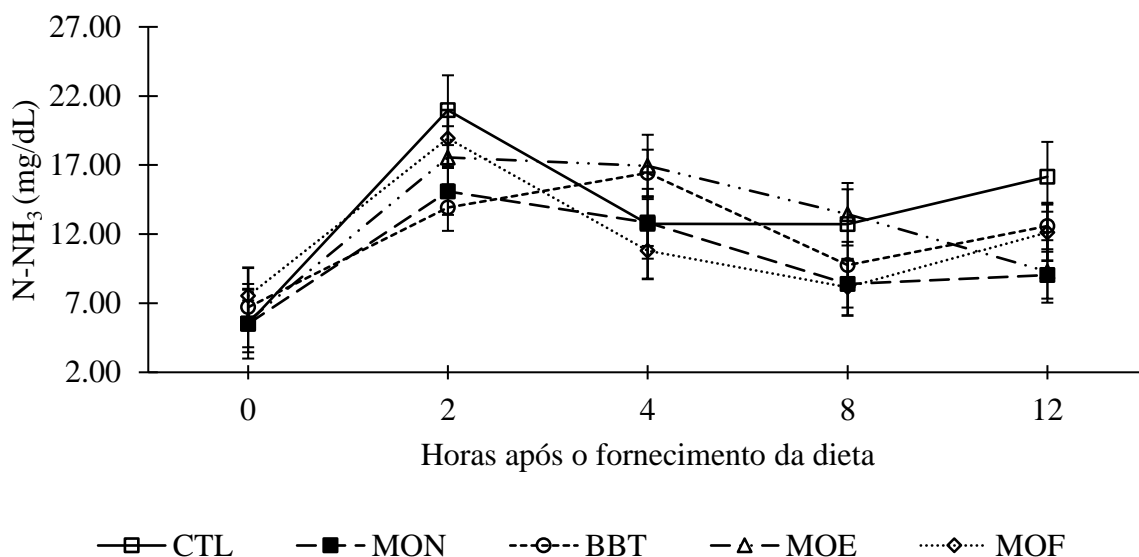


Figura 2. Concentração de N-NH₃ (mg/dL) do fluido ruminal de novilhos alimentados com dieta de terminação contendo diferentes aditivos melhoradores de desempenho (CTL - sem aditivo; MON - monensina 30 mg/kg MS; BBT - extrato de Barbatimão [*S. Adstringens*] 1.500 mg/kg de MS; MOE – mistura de óleos essenciais 118 mg/kg de MS; MOF – mistura de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba 250 mg/kg de MS; Erro padrão da média = 1,943; Tratamento $P = 0,713$; Tempo $P < 0,001$; Tratamento x Tempo $P = 0,017$).

De forma geral, os resultados podem ser explicados pelo comportamento ingestivo dos novilhos com picos de N-NH₃ 2 a 4 h após o fornecimento da dieta. As concentrações médias de N-NH₃ no fluido ruminal foram 13,62, 10,17, 11,88, 12,59 e 11,51 para os tratamentos CTL, MON, BBT, MOE e MOF, respectivamente ($P = 0,713$). Em relação ao tempo após o fornecimento da dieta, foram registradas concentrações

médias de N-NH₃ de 6,20, 17,30, 13,95, 10,49 e 11,84 para 0, 2, 4, 8 e 12 horas, respectivamente ($P < 0,001$).

Dickhoefer et al.²³, também não observaram diferenças ($P = 0,208$) entre os tratamentos na concentração de amônia ruminal (NH₃), entretanto a concentração de NH₃ foi menor 4 e 8 horas após a alimentação.

Conclusão

O uso de aditivos fitogênicos alterou o pH e a concentração de valerato do fluido ruminal em bovinos, o que não ocorreu com a digestibilidade dos nutrientes da dieta.

A utilização de produtos à base de aditivos fitogênicos não apresentou respostas diferentes comparadas ao uso da monensina sódica, o que implica na possibilidade de substituir o uso desta última por aditivos naturais em dietas para bovinos de corte.

Referências

1. Valenzuela-Grijalva, N.V., Pinelli-Saavedra A, Muhlia-Almazan A, Domínguez-Díaz D, González-Ríos H. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production. *J of An Sci and Tech*. 2017; 59:8.
2. Tabke M.C, Sarturi J.O, Galyean M.L, Trojan S.J, Brooks J.C, Johnson B.J, Martin J, Baggerman J, Thompson A.J. Effects of tannic acid on growth performance, carcass characteristics, digestibility, nitrogen volatilization, and meat lipid oxidation of steers fed steam-flaked corn-based finishing diets. *J of An Sci*. 2017; 95 (11):5124-5136.
3. Zotti C.A, Silva A.P, Carvalho R, Marino C.T, Rodrigues P.H.M, Silva L.F.P, McAllister T.A, Leme P.R. Monensin and a blend of castor oil and cashew nut shell liquid used in a high-concentrate diet abruptly fed to Nellore cattle. *Jl of An Sci*. 2017; 95(9):4124-4138.
4. Tedeschi, L. O., Callaway, T. R., Muir, J. P., & Anderson, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. *Rev Bra de Zoot*. 2011; 40: 291-309.
5. Benchaar, C.; Duynisveld, J. L.; Charmley, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Can J of Anim Sci*. 2006; 86(1): 91-96.
6. Barajas, R. B. J., Cervantes, A., Camacho, M., Verdugo, M.A., Espino, L.R., Flores, J.A., Romo, E.A., Velaquez, J.J., Lomeli. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on feedlot-performance of bulls. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89, E-Suppl. 1. (abstract).
7. Camacho, A., B.J. Cervantes, M.A. Espino, M. Verdugo, L.R. Flores, J.A. Romo, R. Barajas. Influence of addition of tannins-extract in low concentration of dietary dry matter on carcass characteristics of bull-calves. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89, E-Suppl. 1 (abstract).

8. Valero, M. V.; Farias, M. S.; Zawadzki, F.; Prado, R. M.; Fugita, C. A.; Rivaroli, D. C.; Ornaghi, M.G.; Prado, I. N. Feeding propolis or essential oils (cashew and castor) to bulls: performance, digestibility, and blood cell counts. *Rev Colom de Cien Pecu.* 2016; 29(1): 33-42.
9. Benchaar C, Calsamiglia S, Chaves A.V, Fraser G.R, Colombatto D, McAllister T.A, Beauchemin K.A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *An F Sci and Tech.* 2008; 145(1-4):209–228.
10. Purevjav T, Hoffman M.P, Ishdorj A, Conover A.J, Jedlicka M.E, Prusa K, Torrent J, Pusillo G.M. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. *The Professional Animal Scientist.* 2013; 29(4):426–434.
11. Acamovic, T., & Brooker, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proc of the Nut Soc.* 2005; 64(3): 403-412
12. Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Green, A., Warner, D. J., Stedman, A., & Naseby, D. Review of substances/agents that have direct beneficial effect on the environment: mode of action and assessment of efficacy. 2013; 10.
13. National Research Council (NRC). *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* 7thed., Washington: The National Academies Press, 2000; 249 p.
14. Kozloski, G. V., Netto, D. P., Oliveira, L., Maixner, A. R., Leite, D. T., Maccari, M., Brondani, I. L., Sanchez, L. M. B., Quadros, F. L. F. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. *Cienc Rur:* 2006; 36(2), 599-603.
15. 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. *Métodos para análise de alimentos – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal.* 1 ed., Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012; 214p.
16. AOCS - American Oil Chemists' Society. 2009. *Official methods and recommended practices of the AOCS*, 6th ed., Denver: AOCS.
17. Erwin E.S, Marco G.J, Emery E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J of Dai Sci.* 1961; 44 (9):1768–1771.
18. Chaney A.L, Marbach E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry.* 1962; 8(2):130–132.
19. Arnhold E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. *Brazilian J of Vet Res and An Sci.* 2013; 50 (6):488–492.
20. R Development Core Team. 2015. *R: A language and environment for statistical computing.* <http://www.r-project.org>. (Acesso em 19 Agosto 2015).

21. Jesus, F. D. D. Uso do extrato seco de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e óleo bruto de sucupira (*Pterodon emarginatus*) e monensina na dieta de vacas leiteiras [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2015.
22. Souza, F. M. Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal in vitro com dietas de alta inclusão de concentrado [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 2013.
23. Missio R.L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Archivos de Zootecnia*. 2016; 65: 267-278.
24. Owens F.N, Secrist D.S, Hill W.J, Gill D.R. Acidosis in cattle: a review. *J of An Sci*. 1998; 76(1):275-286.
25. Dickhoefer, U., Ahnert, S., & Susenbeth, A. Effects of quebracho tannin extract on rumen fermentation and yield and composition of microbial mass in heifers. *J of An Sci*. 2016; 94(4): 1561-1575.
26. Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle 1. *J Anim Sci*: 2005; 83(11), 2572-2579.
27. Castillejos L, Calsamiglia S, Ferret A. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. *J of Dai Sci*. 2006; 89(7):2649-58.
28. Nagaraja T.G, Lechtenberg K.F. Acidosis in feedlot cattle. *Vet Cli of Nor Am: Food An Prac*. 2007; 23(2):333-350.
29. Cardozo P.W, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *J of An Sci*. 2004; 82(11):3230-6.
30. Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Martinez, T. F., McAllister, T. A. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *J Anim Sci*. 2007; 85:1990–1996.

CAPITULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Considerações Finais

Os aditivos fitogênicos à base de taninos condensados extraídos do barbatimão, óleos essenciais e óleos funcionais não afetaram as características de carcaça e a digestibilidade dos nutrientes da dieta de bovinos da raça Nelore confinados.

O uso da monensina sódica em dietas para bovinos da raça Nelore confinados pode proporcionar redução no consumo de matéria seca de até 16,2% quando comparado ao uso de taninos condensados extraídos do barbatimão, óleos essenciais e óleos funcionais. A eficiência alimentar mostrou-se 13,04% melhor para os animais que consumiram monensina sódica quando comparada à utilização do extrato seco de Barbatimão. Dessa forma, verifica-se que a utilização da monensina sódica ainda proporciona melhores resultados de desempenho.

Pesquisas relacionadas ao uso do extrato seco de Barbatimão como fonte de taninos condensados para a modulação da fermentação ruminal e melhora no desempenho de bovinos de corte ainda são escassas. A utilização desse produto pode contribuir com a melhoria da eficiência de produção dos metabólitos ruminais, aumentando assim a proporção de propionato ruminal e consequente redução na eliminação de metano.

O nível de inclusão de taninos condensados na dieta de terminação dos animais do presente estudo pode ter sido baixo. Sugere-se que estudos *in vivo* com níveis mais altos de inclusão do extrato seco de Barbatimão sejam realizados.

Sendo assim, a utilização de aditivos fitogênicos na alimentação animal pode ser uma alternativa para a substituição de ionóforos. Entretanto, mais pesquisas relacionadas as doses ou a produção de novos “blends” são necessárias para que os aditivos naturais possam proporcionar melhores resultados no desempenho de bovinos de corte.

APÊNDICE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA



Goiânia, 03 de março de 2015.

**PARECER CONSUBSTANCIADO REFERENTE AO ATENDIMENTO DE
PENDÊNCIA DO PROTOCOLO Nº. 089/14**

I. IDENTIFICAÇÃO:

1. **Título do projeto:** Doutorado - utilização de produtos naturais na nutrição de bovinos de corte
2. **Pesquisador Responsável:** Kíria Karolline Gomes Moreira
3. **Unidade/Órgão do pesquisador:** Escola de Veterinária e Zootecnia /UFG
4. **Pesquisadores Participantes:** Victor de Rezende Moreria Couto (Doutor, executor); João Teodoro Padua (Doutor, executor); Juliano José de Resende Fernandes (Doutor, executor).
5. **Unidade onde será realizado:** Escola de Veterinária e Zootecnia /UFG
6. **Data de apresentação do protocolo a CEUA:** 26/09/14
7. **Data parecer da CEUA:** 10/11/2014
8. **Data de Atendimento das Pendências:** 11/12/2014

II - Parecer da CEUA:

Informamos que a *Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA* da Universidade Federal de Goiás, após análise das adequações solicitadas, **aprovou**, o projeto acima referido e o mesmo foi considerado em acordo com os princípios éticos vigentes.

Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar à CEUA-PRPI-UFG o **Relatório Final** baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Lei nº. 11.794 de 08/10/2008, e Resolução Normativa nº. 01, de 09/07/2010 do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal-CONCEA. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para conclusão em **março de 2016**.

III - Data da reunião: 02/03/2015