



MILTON GHEDINI CARDOSO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BOVINOS
TERMINADOS COM DIFERENTES ALIMENTOS
ENERGÉTICOS E ADITIVOS EM DIETAS SEM FORRAGEM**

**LAVRAS – MG
2021**

MILTON GHEDINI CARDOSO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BOVINOS TERMINADOS COM
DIFERENTES ALIMENTOS ENERGÉTICOS E ADITIVOS EM DIETAS SEM
FORRAGEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção e Reprodução Animal, para obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Marcos Aurélio Lopes
Orientador

Prof. Dr. Peter Bitencourt Faria
Prof. Dr. Márcio Machado Ladeira
Coorientadores

**LAVRAS-MG
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Cardoso, Milton Ghedini.

Desempenho produtivo e econômico de bovinos terminados
com diferentes alimentos energéticos e aditivos em dietas sem
forragem / Milton Ghedini Cardoso. - 2021.

129 p.

Orientador(a): Marcos Aurélio Lopes.

Coorientador(a): Peter Bitencourt Faria, Márcio Machado
Ladeira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.
Bibliografia.

1. Bovinocultura de corte. 2. Viabilidade econômica. 3.
Qualidade de carne. I. Lopes, Marcos Aurélio. II. Faria, Peter
Bitencourt. III. Ladeira, Márcio Machado. IV. Título.

MILTON GHEDINI CARDOSO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE BOVINOS TERMINADOS COM
DIFERENTES ALIMENTOS ENERGÉTICOS E ADITIVOS EM DIETAS SEM
FORRAGEM**

**PRODUCTIVE AND ECONOMIC PERFORMANCE OF CATTLE FINISHED WITH
DIFFERENT ENERGY FOOD AND ADDITIVES IN DIETS WITHOUT FORAGE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção e Reprodução Animal, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 26 de novembro de 2021.

Prof. Dr. André Luis Ribeiro Lima	UFLA
Prof. Dr. Daniel de Paula Sousa	UFMT
Prof. Dr. Peter Bitencourt Faria	UFLA
Dr. Rafael Canonenco de Araujo	GRASP

Prof. Dr. Marcos Aurélio Lopes
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

À minha esposa Mônica, pelo apoio, carinho, compreensão e todo o amor que me incentiva a sempre desafiar meus limites.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e sabedoria para realizar o meu doutorado.

Aos meus pais que sempre me incentivaram a buscar o conhecimento, que me trouxe até esse momento e que me guia em cada desafio.

Aos meus familiares de Lavras, que me apoiaram e acolheram sempre que precisei.

Ao professor Dr. Marcos Aurélio Lopes, meu orientador e amigo, por ser meu mestre em mais essa etapa da minha carreira profissional e por todo o conhecimento e tempo compartilhado.

Ao Paulo Henrique Queiroz e à Rações Nutritaurus por terem viabilizado a realização do meu experimento, assim como a minha liberação para a realização do doutorado.

À empresa GRASP pelo auxílio financeiro para a realização dessa pesquisa.

À FAZU e aos seus professores, servidores e alunos por tornarem possível a realização do meu experimento.

À empresa Barra Mansa Alimentos por permitir e dar suporte durante a etapa final do experimento.

Aos alunos, servidores e professores das instituições UFLA, UNESP e FAZU que me ajudaram e se esforçaram muito durante a realização do experimento.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa: Prof. André, Prof. Daniel, Prof. Danilo, Prof. Eduardo, Prof. Francisval, Profa. Juliana, Prof. Márcio, Prof. Peter e Rafael. Muito obrigado por compartilharem seus conhecimentos e tempo, para o enriquecimento desse trabalho.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela oportunidade de aprendizado.

Enfim, agradeço a todos que me ajudaram e compartilharam um pouco do seu tempo.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho, as características da carcaça e da carne, bem como a viabilidade econômica da engorda de bovinos, recebendo dietas sem forragem. Os animais eram da raça Nelore, sendo machos não castrados, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal de 415 (\pm 32kg). Foram coletadas amostra de sangue para determinação das concentrações de D-Lactato. Após a evisceração, a superfície interna do rúmen foi avaliada e amostrada. Após resfriamento, mensurou-se as espessuras de gordura subcutânea (EGS) e a áreas de olho de lombo (AOL) no músculo *Longissimus thoracis*. Amostras desse músculo foram analisadas para determinação de: pH, cor, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento, análise bromatológica, colágeno e perfil de ácidos graxos (AG). A pesquisa foi dividida em dois experimentos, sendo o primeiro uma avaliação de diferentes fontes energéticas; e o segundo uma avaliação de associações de aditivos. Experimento 1: utilizou-se 96 novilhos, sendo amostradas carne de 60 animais. Utilizou-se o DIC, com quatro tratamentos e 24 repetições, que receberam umas das rações: RM - milho moído; RMP1 - milho moído e polpa cítrica (2:1); RMP2 - milho moído e polpa cítrica (1:1); RS - sorgo moído. Na análise de viabilidade econômica, foram estimados o custo operacional efetivo (COE) e o indicador de rentabilidade margem bruta (MB), bem como os benefícios econômicos (BE). Houve diferenças para peso vivo final, ganho médio diário (GMD), ingestão de matéria seca (IMS) e eficiência alimentar (EA). Na avaliação das carcaças e da carne, os indicadores rendimento da carcaça (RC), rendimento do ganho (RG), EGS pH, PPC, proteína bruta, matéria mineral e umidade diferiram entre tratamento. Os AG diferiram para palmítico, miristoleico, palmitoleico, elaidico e ecosatrienóico, além do somatório de AG monoinsaturados. Os componentes do COE que tiveram maiores representatividades foram a aquisição de animais e alimentação. RMP1 e RMP2 tiveram os maiores valores para os indicadores MB e BE, respectivamente. A substituição parcial do milho moído por polpa cítrica ou total por sorgo mostraram ser alternativas viáveis na manutenção dos GMD em carcaça, que são indicadores zootécnicos de desempenho e com relação direta na rentabilidade em sistemas de confinamento. Experimento 2: utilizou-se 92 novilhos, sendo amostradas carne de 40 animais. Utilizou-se o DIC, com dois tratamentos e 46 repetições, que receberam: MOE - ração com monensina sódica e um *blend* de óleos essenciais (32mg e 150mg/kg de MS, respectivamente); MVM - ração com monensina sódica e virginiamicina (32mg e 27mg/kg de MS, respectivamente). MOE apresentou maiores RC e RG. A IMS não diferiu; no entanto, a EA foi melhor para MVM. A concentração de D-Lactato no soro sanguíneo foi melhor para MOE apenas ao final da adaptação. Menores escores de ruminite e quantidades de papilas foram observadas em MVM, embora a área de superfície absorptiva não tenha diferido. MVM apresentou maior AOL e melhor PPC. A utilização de um *blend* comercial de óleos essenciais mostrou ser eficiente em substituição à virginiamicina e uma alternativa ao uso de antibióticos em sistema de terminação de bovinos sem forragens.

Palavras-chave: benefício econômico; bovinocultura de corte; características da carcaça; óleos essenciais; qualidade de carne; viabilidade econômica; virginiamicina.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the performance, carcass and meat characteristics, as well as the economic feasibility of finishing cattle fed without forage diets. The animals were of the Nellore breed, uncastrated males, aged between 24 to 30 months and with a body weight of 415 (\pm 32 kg). Blood samples were collected to evaluate D-Lactate. After evisceration, entire surface of the rumen was evaluated and sampled. After cooling, subcutaneous fat thickness (SFT) and loin muscle area (LM) in the *Longissimus thoracis* muscle were measured. Muscle samples were analyzed to determine: pH, color, cooking weight loss (CWL), shear force, chemical composition, collagen and fatty acid (FA) profile. The research was divided into two experiments, the first being an evaluation of different energy sources; and the second an evaluation of additive associations. Experiment 1: 96 steers were used, with meat from 60 animals being sampled. Experiment 1: 96 steers were used, sampling meat from 60 animals. The DIC was used, with four treatments and 24 repetitions, which received one of the rations: RM - ground corn; RMP1 - ground corn and citrus pulp (2:1); RMP2 - ground corn and citrus pulp (1:1); RS - ground sorghum. In the economic feasibility analysis, the effective operating cost (EOC) and the profitability indicator gross margin (GM) were estimated, as well as the economic benefits (EB). There were differences for final body weight, average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI) and feed efficiency (FE). In the evaluation of carcasses and meat, the indicators dressing percentage (DP), gain yield (GY), SFT, pH, CWL, crude protein, mineral matter and moisture differed between treatments. The FA differed for palmitic, myristoleic, palmitoleic, elaidic and ecosatrienoic, in addition to the sum of monounsaturated FA. The EOC components that had the greatest representation were the animals acquisition and feed. RMP1 and RMP2 had the highest values for GM and EB indicators, respectively. The partial replacement of ground corn by citrus pulp or total by ground sorghum showed to be viable alternatives for the maintenance of ADG in carcass, which are zootechnical performance indicators with a direct relation to profitability in feedlot systems. Experiment 2: 92 steers were used, and meat from 40 animals was sampled. The DIC was used, with two treatments and 46 repetitions, which received: MOE - ration with monensin and a blend of essential oils (32mg and 150mg/kg DM, respectively); MVM - ration with monensin and virginiamycin (32mg and 27mg/kg DM, respectively). MOE showed higher DP and GY. DMI did not differ; however, FE was better for MVM. D-lactate was lower for MOE only at the end of adaptation. Lower ruminants scores and number of papillae were observed in MVM, although the absorptive surface area did not differ. MVM showed higher LM area and lower CWL. The use of a blend of essential oils proved to be efficient in replacing virginiamycin and an alternative to the use of antibiotics in a bovine finishing system without forage.

Keywords: economic benefit; beef cattle; carcass characteristics; essential oils; meat quality; economic feasibility; virginiamycin.

INDICADORES DE IMPACTO

Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e econômica da engorda de bovinos, recebendo dietas sem forragem. Foram avaliadas diferentes fontes energéticas, incluindo grãos não utilizados na alimentação humana, assim como, coprodutos gerados pelas agroindústrias de alimentos. Também avaliou-se a substituição de aditivos antimicrobianos utilizados na alimentação animal por um blend de óleos essenciais extraídos de plantas. Os resultados mostraram que, a substituição parcial do milho moído por polpa cítrica ou total por sorgo moído, em dietas sem o uso de forragem, mostraram ser alternativas viáveis na manutenção dos ganhos de peso de carcaça, que são indicadores zootécnicos de desempenho e com relação direta na rentabilidade em sistemas de confinamento. As substituições também se provaram ser uma alternativa viável economicamente, por apresentar menores custos alimentares, margem bruta positiva e maiores benefícios econômicos. A utilização de um blend comercial de óleos essenciais mostrou ser eficiente em substituição à virginiamicina e uma alternativa ao uso de antibióticos em sistema de terminação de bovinos sem forragens.

IMPACT INDICATORS

The objectives of this study were to evaluate the performance and economic feasibility of finishing cattle fed without forage diets. Different energy sources were evaluated, including grains not used in human consumption, as well as co-products generated by food agro-industries. The replacement of antimicrobial additives used in animal feed with a blend of essential oils extracted from plants was also evaluated. The results showed that the partial replacement of ground corn with citrus pulp or total replacement with ground sorghum, in diets without the use of forage, proved to be viable alternatives in maintaining carcass weight gains, which are zootechnical indicators of performance and in relation to direct impact on profitability in confinement systems. Substitutions have also proven to be an economically viable alternative, as they present lower food costs, positive gross margin and greater economic benefits. The use of a commercial blend of essential oils proved to be efficient in replacing virginiamycin and an alternative to the use of antibiotics in a cattle finishing system without forage.

LISTA DE QUADROS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 3

- Quadro 1 – Benefícios econômicos, em R\$, da terminação de bovinos sem o uso de forragem, considerando o milho como principal fonte de energia, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho. 90
- Quadro 2 – Representatividade do preço do sorgo em relação ao milho, em %, para substituição total como principal fonte de energia na terminação de bovinos sem o uso de forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho. 92
- Quadro 3 – Representatividade do preço da polpa cítrica em relação ao milho, em %, para substituição de 1/3 do milho como principal fonte de energia na terminação de bovinos sem forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho. 93
- Quadro 4 – Representatividade do preço da polpa cítrica em relação ao milho, em %, para substituição de 1/2 do milho como fonte de energia na terminação de bovinos sem forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho. 94

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

- Tabela 1 – Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas. 45
- Tabela 2 – Desempenho técnico e características da carcaça de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas..... 50
- Tabela 3 – Concentrações de D-Lactato no soro sanguíneo e morfometria ruminal de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas. 53

ARTIGO 2

- Tabela 1 – Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações experimentais utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas..... 63
- Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e composição bromatológica do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas. 67
- Tabela 3 – Perfil de ácidos graxos (AG) do músculo *Longissimus thoracis*, expresso em percentagem, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas..... 68
- Tabela 4 – Somatórios e relações de ácidos graxos e índices enzimáticos do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas. 70

ARTIGO 3

- Tabela 1 – Representatividade, em %, dos itens que compõem o custo operacional efetivo, da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia..... 82
- Tabela 2 – Avaliação econômica da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia..... 85
- Tabela 3 – Avaliação do benefício econômico da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia. 87

ARTIGO 4

- Tabela 1 – Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos. 103

Tabela 2 – Desempenho técnico e características da carcaça de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.....	107
Tabela 3 – Concentrações de D-Lactato no soro sanguíneo, em μM , de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.....	108
Tabela 4 – Morfometria ruminal de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.....	110

ARTIGO 5

Tabela 1 – Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.	120
Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e da composição bromatológica do músculo <i>Longissimus thoracis</i> , de bovinos terminados com diferentes aditivos, em dietas sem forragem	123
Tabela 3 – Perfil de ácidos graxos (AG) do músculo <i>Longissimus thoracis</i> , expresso em percentagem, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.....	125
Tabela 4 – Somatórios e relações de ácidos graxos e índices enzimáticos do músculo <i>Longissimus thoracis</i> , de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.	126

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGV	Ácidos graxos voláteis
AOL	Área de olho de lombo
ASA	Área de superfície absorviva
BE	Benefício econômico
CMS	Consumo de matéria seca
COE	Custo operacional efetivo
COT	Custo operacional total
EA	Eficiência alimentar
EGS	Espessura de gordura subcutânea
ER	Escore de ruminites
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _{pe}	FDN fisicamente efetivo
GMD	Ganho médio diário
GMD _c	Ganho médio diário da carcaça
IMS	Ingestão de matéria seca
MB	Margem bruta
MN	Matéria natural
MON	Ácidos graxos monoinsaturados
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NNP	Nitrogênio não proteico equivalente à proteína
OE	Óleos essenciais
PCQ	Peso da carcaça quente
PCQ _i	Peso da carcaça quente inicial
POL	Ácidos graxos poliinsaturados
PPC	Perda de peso por cozimento
PVF	Peso vivo final
PVI	Peso vivo inicial
RC	Rendimento da carcaça
RG	Rendimento do ganho
SAT	Ácidos graxos saturados
TBARS	Técnica do ácido tiobarbitúrico

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	15
1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Geral.....	17
2.2	Específicos.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1	Terminação de bovinos em confinamento.....	18
3.1.1	Níveis de forragens em dietas de terminação.....	18
3.1.2	Uso de dietas sem forragens na terminação de bovinos.....	19
3.1.3	Uso do sorgo em dietas de terminação.....	20
3.1.4	Uso de coprodutos em dietas de terminação.....	21
3.2	Aditivos na alimentação de bovinos.....	23
3.2.1	Monensina sódica.....	24
3.2.2	Virginiamicina.....	25
3.2.3	Óleos essenciais (OE).....	26
3.3	Avaliação da carcaça e da carne.....	27
3.4	Custo de produção e análise de rentabilidade.....	28
4	COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....	41
	ARTIGO 1 - DESEMPENHO TÉCNICO E AVALIAÇÃO DA CARCAÇA DE BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS.....	41
1	INTRODUÇÃO.....	43
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4	CONCLUSÕES.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	ARTIGO 2 - EFEITO DE FONTES ENERGÉTICAS NA QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM.....	59
1	INTRODUÇÃO.....	61
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4	CONCLUSÕES.....	71
	REFERÊNCIAS.....	72
	ARTIGO 3 - VIABILIDADE ECONÔMICA DA TERMINAÇÃO DE BOVINOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES FONTES DE ENERGIA.....	75
1	INTRODUÇÃO.....	77
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4	CONCLUSÕES.....	94
	REFERÊNCIAS.....	95
	ARTIGO 4 - DESEMPENHO TÉCNICO E AVALIAÇÃO DA CARCAÇA DE BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES ADITIVOS.....	98
1	INTRODUÇÃO.....	100

2	MATERIAL E MÉTODOS	102
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
4	CONCLUSÕES	111
	REFERÊNCIAS	112
	ARTIGO 5 – QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES ADITIVOS	116
1	INTRODUÇÃO	118
2	MATERIAL E MÉTODOS	119
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
4	CONCLUSÕES	127
	REFERÊNCIAS	128

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Em 2020, em meio à crise econômica gerada em função da pandemia de Covid-19, o produto interno bruto (PIB) total do Brasil caiu -4,1%, enquanto o PIB do agronegócio aumentou 2,0%, em relação à 2019 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2021). Tal fato mostra a grande importância do setor para a retomada do crescimento da economia do país. A bovinocultura de corte é uma das áreas do agronegócio que merece destaque, já que o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo e, em 2021, continuou como maior exportador de carne bovina, com 2,478 milhões de toneladas, com crescimento de 23% em relação à 2020 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC, 2022).

A cadeia da carne bovina gera aproximadamente sete milhões de empregos diretos e indiretos (Malafaia *et al.*, 2019). Além disso, apresenta grande potencial de crescimento em sua produção, em grande parte devido às características produtivas, onde ainda existe muito a intensificar na criação a pasto, com utilização de suplementações concentradas durante todo o ano, e na terminação intensiva com uso crescente de concentrados, aproveitando os diversos coprodutos agroindustriais gerados nas diversas regiões do país. A utilização dos coprodutos, pelos bovinos, também contribui na redução do impacto ambiental, que seria gerado com o descarte desses produtos intermediários, além de reduzir a competição por ingredientes, como o milho, utilizados na alimentação humana.

Com o crescimento dos confinamentos no Brasil, dietas de terminação com alta inclusão de volumosos oriundos de forragem começaram a dar lugar à dietas com alta proporção de concentrado e, em algumas situações, sem a utilização de forragens e com grãos de milho (*Zea mays* L.) inteiro e, mais recentemente, com rações fareladas usando outros grãos como sorgo e coprodutos fibrosos como polpa cítrica, casca de soja, caroço e torta de algodão (Scot Consultoria, 2021). Diversos fatores têm levado os produtores a adotarem dietas sem uso de forragem, como: a não necessidade de produção de silagem, início da terminação em qualquer época do ano, melhora na eficiência alimentar (EA), a maior densidade energética das dietas proporcionando altos desempenhos e facilitando o transporte e estocagem dos alimentos, maior disponibilidade de grãos e de coprodutos em várias regiões do país.

Problemas diretos e indiretos de ordem nutricional em bovinos confinados, como a acidose ruminal, o timpanismo e a laminitite, podem apresentar significativo impacto econômico

no sistema de produção, levando em alguns casos a inviabilizar o sistema de engorda. O uso de aditivos melhoradores de desempenho está estritamente ligado à inclusão crescente de concentrado nas dietas, a fim de melhorar a EA e garantir a saúde animal. Porém, tem-se discutido a redução de uso de antibiótico na alimentação de animais, onde uma das principais alternativas viáveis disponíveis no mercado são os *blends* com óleos essenciais (OE), que, segundo Akthar, Degaga e Azam (2014), podem atuar de forma similar aos aditivos antibióticos na seleção de bactérias favoráveis à fermentação ruminal.

Pesquisas recentes (Carvalho *et al.*, 2016; Dias *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2016) demonstraram a eficiência técnica dos sistemas de engorda com milho grão inteiro, sem o uso de forragem. Entretanto, a viabilidade do sistema está diretamente ligada ao preço do cereal, estando os pecuaristas sujeitos às variações de preços nos mercados interno e externo. Por isso, o uso de outros cereais e coprodutos em dietas sem forragem podem ser boas alternativas para redução dos custos de produção e acessibilidade dos sistemas de terminação a uma maior quantidade de pecuaristas. Além disso, o uso de coprodutos e outros cereais que não são utilizados na alimentação humana contribuem para reduzir a pressão sobre o uso de milho na alimentação animal em competição à alimentação humana. As dietas de terminação de bovinos sem o uso de forragem também propiciam menor necessidade de investimentos em equipamentos e instalações para fornecimento e armazenamento das forragens. Entretanto, em relação à engorda com dietas com rações fareladas sem forragem, são escassos os trabalhos que descrevam a eficiência zootécnica e econômica nesse sistema, não existindo, portanto, parâmetros seguros para que os produtores possam utilizar a tecnologia.

Diante do exposto, este estudo apresenta a hipótese de que novilhos alimentados com ração farelada sem o uso de forragem, com inclusão de sorgo e outros coprodutos, apresentam viabilidade econômica e sócio ambiental, sem afetar o desempenho zootécnico e as características da carcaça; e que o uso de um *blend* comercial de óleos essenciais em substituição ao antibiótico virginiamicina, na associação com o ionóforo monensina, não afeta negativamente o desempenho zootécnico e as características da carcaça.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar o desempenho, as características da carcaça, a qualidade da carne e a viabilidade econômica da terminação em confinamento de novilhos da raça Nelore em um sistema sem o uso de forragem e com diferentes associações de aditivos nutricionais.

2.2 Específicos

Especificamente, pretendeu-se, ainda:

a) Avaliar os indicadores de desempenho técnico, saúde ruminal e qualidade da carcaça em bovinos da raça Nelore terminados em confinamento com diferentes fontes energéticas em substituição ao milho e sem o uso de forragem;

b) Avaliar a qualidade da carne de bovinos da raça Nelore em confinamento, recebendo dietas com diferentes fontes energéticas por meio da determinação de parâmetros físico-químicos, de composição bromatológica e perfil lipídico;

c) Analisar a viabilidade econômica da terminação de bovinos da raça Nelore, em confinamento, recebendo dietas com diferentes fontes de energia em substituição ao milho e sem o uso de forragem;

d) Avaliar os indicadores de desempenho técnico, saúde ruminal e qualidade da carcaça em bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas com diferentes associações de aditivos em dietas sem o uso de forragem;

e) Avaliar a qualidade da carne de bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas com diferentes associações de aditivos por meio da determinação de parâmetros físico-químicos, de composição bromatológica e perfil lipídico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Visando melhor compreensão deste capítulo, optou-se por dividi-lo nos seguintes tópicos: terminação de bovinos em confinamento; aditivos na alimentação de bovinos; avaliação da carcaça; custo de produção e análise de rentabilidade.

3.1 Terminação de bovinos em confinamento

3.1.1 Níveis de forragens em dietas de terminação

Em animais de alta produção a influência do alimento sobre a ingestão de matéria seca (IMS) é associada à sua composição em fibra em detergente neutro (FDN) (Branco *et al.*, 2010). Segundo Rode *et al.* (1985), a diminuição do nível de forragem na dieta aumenta a digestibilidade da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO), provavelmente em virtude da redução de carboidratos fibrosos e do aumento na disponibilidade de carboidratos não fibrosos na dieta. De acordo com Valadares Filho (1985), os carboidratos não estruturais possuem elevado coeficiente de digestibilidade da MS em relação aos carboidratos estruturais, o que reflete em maior digestibilidade da MS e da MO nas rações com menor proporção de forragem e fibra.

Bartle, Preston e Miller (1994) avaliaram o efeito de diferentes inclusões de alfafa como volumoso (10, 20 ou 30%) na dieta de novilhos em confinamento, com peso vivo inicial (PVI) de 326kg. Constataram que o aumento nos níveis de alfafa reduziu o ganho médio diário (GMD) e a eficiência alimentar (EA), além de aumentar a IMS.

No Brasil, a quantidade de animais terminados em confinamentos vem crescendo nos últimos anos, amparado no aumento da disponibilidade de grãos e coprodutos gerados com o crescimento significativo da agricultura brasileira. A maior oferta de grãos e coprodutos, o custo elevado de alimentos volumosos e o crescimento de confinamentos de grande porte no país têm aumentado o interesse por dietas de terminação com altos teores de concentrados (Santos; Moscardini, 2007).

Silvestre e Millen (2021), ao realizarem um levantamento sobre a evolução dos confinamentos no Brasil em 2015, reportaram que a inclusão média de volumoso é de 16,7% da MS da dieta total, evidenciando redução na inclusão quando comparado aos 20,6% encontrado por Pinto e Millen (2018), e aos 28,8% observado por Millen *et al.* (2009). De acordo com Owens *et al.* (1997), os volumosos em dietas de alto grão devem ter partículas

grandes para ajudar a diluir os ácidos no rúmen, estimular a mastigação e o fluxo de saliva para o tamponamento ruminal. A menor densidade de partículas propicia maior flutuação no rúmen, aumenta a ruminação e diminui a digestibilidade.

3.1.2 Uso de dietas sem forragens na terminação de bovinos

De acordo com Paulino *et al.* (2013), já é bastante conhecido que os animais ruminantes requerem um mínimo de fibra na dieta para expressarem a ruminação, garantindo saúde e bem-estar. Entretanto, em sistemas de produção modernos e mais intensivos, os animais são constantemente desafiados nutricionalmente, já que não são raras as situações em que dietas muito baixas em fibra são utilizadas, principalmente durante a fase de terminação. Bartle, Preston e Miller (1994), ao analisarem o efeito da substituição de alfafa por caroço de algodão, como fonte de fibra efetiva, sobre desempenho de bovinos, constataram que os animais alimentados com dietas com caroço de algodão aumentaram o IMS e reduziram a EA.

Dietas utilizando grãos de milho inteiros, em geral, que consiste na mistura de 85% de grãos e 15% de concentrado proteico peletizado, têm sido utilizadas no Brasil desde 2005 (Mobliglia, 2017). O uso de grãos de milho inteiro pode ser interessante em determinadas situações, pois permite trabalhar com níveis baixos de forragem ou sem forragem alguma na dieta total. A alimentação com milho inteiro elimina os custos com o processamento, sendo que, os ganhos de desempenho animal, quando são utilizados grãos processados, muitas vezes não são suficientes para compensar o custo de processamento (Gorocica-Buenfil; Loerch, 2005).

Carvalho *et al.* (2016) conduziram um trabalho com tourinhos das raças Nelore e Angus recebendo dieta com grãos de milho inteiro sem forragem ou uma dieta contendo silagem de milho mais concentrado (70% da MS). Não foi observado interação entre dieta e raça para as características de desempenho e pH ruminal ($P > 0,05$). O fornecimento da dieta com grãos de milho inteiro sem forragem resultou em menor pH ruminal médio ($P = 0,04$) e tendeu a reduzir o GMD dos animais ($P = 0,08$), bem como a IMS ($P < 0,01$), o que resultou em animais com melhor EA ($P = 0,01$). A dieta com grãos de milho inteiro teve maior digestibilidade para a MS, FDN e amido ($P < 0,01$).

A engorda de bovinos sem a utilização de forragem também foi estudada por Marques *et al.* (2016). A pesquisa foi realizada com 96 tourinhos da raça Nelore (373 kg), com o objetivo de comparar dietas com níveis crescentes de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (0; 3; 6% da MS) com grãos de milho inteiro, durante o período de 86 dias. Nas dietas

experimentais a inclusão de bagaço de cana na dieta aumentou a IMS de maneira quadrática ($P < 0,05$), aumentou o GMD de forma linear ($P < 0,05$), mas não teve efeito ($P > 0,05$) na EA.

3.1.3 Uso do sorgo em dietas de terminação

Gonçalves, Borges e Ferreira (2009) destacaram o domínio do Brasil no cultivo de sorgo em um cenário mundial. A grande quantidade de híbridos e variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) colocados em ensaios de avaliação e no mercado nacional demonstram a grande variabilidade genética dessa espécie. Portanto, a sua utilização se torna uma vantagem para a produção de grãos e silagens em regiões de climas áridos ou sujeitos à ocorrência de veranicos e em solos pobres onde o milho não se sobressai, o que reduz os riscos de perdas na cultura.

A utilização de sorgo em dietas de terminação de bovinos tem aumentado nos últimos anos, devido, principalmente, aos seus benefícios agrônômicos (resistência à seca e fungos) (Igarasi *et al.*, 2008) e custo em ralação ao milho. O sorgo tem maior variação na composição química do que o milho, os níveis de amido (Neumann *et al.*, 2002) e a degradabilidade ruminal mostram grandes variações entre suas diferentes variedades (Altamirano *et al.*, 2004). Na revisão de Rooney e Pflugfelder (1986), constatou-se que o sorgo precisa ser mais intensamente processado que o milho para garantir a digestibilidade ótima para o grão. De acordo com Igarasi *et al.* (2008), os grãos de sorgo ensilados com alta umidade apresentaram 98,8% do NDT (nutrientes digestíveis totais) dos grãos de milho ensilados com alta umidade, sendo as respostas de desempenho semelhantes. Esteves *et al.* (1993) demonstraram ganho de peso similar, 1,23 e 1,27 kg/dia, para bovinos da raça Canchim e mestiços $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore, com 22 meses de idade e PVI de 396 kg, alimentados nas dietas contendo 40% de cana-de-açúcar picada e 25% de grãos de milho ou sorgo moídos, respectivamente.

Clarindo *et al.* (2008) avaliaram diferentes fontes energéticas em dietas de terminação para bovinos confinados, sendo utilizados o milho e o sorgo, ambos moídos fino. Foram utilizados 24 machos não castrados, com peso médio inicial de 417 kg e 15 meses de idade. As dietas continham 20% de volume e 80% de concentrado. Não foi observado diferença na IMS ($P > 0,05$) entre os animais alimentados com milho (9,10 kg) ou com o sorgo (8,84 kg). O GMD dos animais não diferiu ($P > 0,05$) entre os animais alimentados com milho (1,385 kg/cab) ou com sorgo (1,294 kg/cab). Este resultado difere das pesquisas de Santos *et al.* (2004), Larrain *et al.* (2009) e da revisão de Owens *et al.* (1997), em que foram observados maiores GMD para animais em terminação alimentados com milho em comparação ao sorgo.

Larrain *et al* (2009) compararam o desempenho de animais da raça Angus, com 404kg de PVI, recebendo dietas com alta inclusão de concentrado (90%), com milho ou sorgo de alto tanino moídos. Eles observaram diferenças ($P < 0,01$) para PVF, GMD e EA, com redução dos valores nos animais alimentados com sorgo de alto tanino moído em relação aos que receberam milho moído. O desempenho superior dos animais alimentados com milho tem sido atribuído à maior digestibilidade do amido do milho em comparação aos alimentados com amido do sorgo. No estudo de Clarindo *et al.* (2008), utilizou-se o milho brasileiro, que normalmente é do tipo duro ou *flint*, com amido menos digestível que o milho dentado, utilizado na América do Norte e avaliado nas tabelas do NRC (1996).

3.1.4 Uso de coprodutos em dietas de terminação

Os coprodutos agroindustriais são provenientes da produção industrial e/ou do processamento secundário de produtos agrícolas como frutas e grãos (Ferreira, 2005). Representam fontes de proteína, energia e fibra, além de terem preços competitivos e boa disponibilidade (Firkins, 1997). Os coprodutos fibrosos apresentam alto teor de FDN e dentre os mais conhecidos destacam-se a casca de soja, polpa cítrica, farelo de glúten de milho e farelo de trigo. Durante o período de estacionalidade na produção de forragem podem ser incluídos nas dietas de ruminantes como fontes de fibra, representando uma opção importante para atender as exigências de FDN nas rações (Swain; Armentano, 1994).

No Brasil são produzidos grandes volumes de coprodutos passíveis de serem utilizados pelos bovinos, sendo a sua disponibilidade regionalizada. Dentre as várias possibilidades para substituição de ingredientes usuais de rações de bovinos em confinamento, destacam-se a polpa cítrica e o caroço de algodão e seus derivados (torta gorda de algodão e farelo de algodão).

O interesse e utilização de coprodutos agroindustriais alternativos aos cereais vem crescendo nos últimos anos, principalmente devido à redução do custo das dietas de confinamento. Além do fator custo, a diminuição no teor de amido e aumento nos teores de pectina e fibra de alta digestibilidade das rações nas quais se incluem coprodutos podem melhorar o pH ruminal, a síntese microbiana, a IMS e, conseqüentemente, o desempenho animal (Blasi *et al.*, 2001; Farran *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2007).

A polpa cítrica é um alimento energético que possui características diferenciadas quanto à fermentação ruminal em comparação aos grãos de cereais. Ela é originada a partir da fabricação do suco de laranja e é composta de cascas, sementes e bagaço (Fegeros *et al.*, 1995; Wing, 1982). O coproduto é obtido após duas prensagens, que reduzem sua umidade a 65-75%,

e secagem até atingir 90% de MS, para então ser peletizada (Santos *et al.*, 2001). Os teores de cálcio presentes são elevados, pois se adiciona hidróxido ou óxido de cálcio antes da prensagem para facilitar a saída de água. O valor nutricional da polpa cítrica depende da variedade da laranja, da inclusão de sementes e da retirada ou não de OE. Outro fator que afeta o valor nutricional é o excesso de temperatura no processo de secagem, que pode indisponibilizar parte da proteína e carboidratos devido à ocorrência de reação de *Maillard* (Santos *et al.*, 2001).

Diferentemente dos grãos de cereais, como milho e sorgo, a polpa cítrica não contém teores significativos de amido; porém ela é rica em açúcares solúveis (25% da MS), pectina (25% da MS) e fibra altamente digestível (23% da MS). A pectina é o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (Van Soest *et al.*, 1991), sendo que sua taxa de degradação ruminal varia de 30 a 50% por hora (Chesson; Monro, 1982; Sniffen, 1988) enquanto que os valores para amido são de 10 a 35% por hora (Sniffen, 1988). Devido a essas características, a polpa cítrica apresenta um padrão de fermentação ruminal diferente da observada para grãos de cereais, com menor produção de propionato e lactato e maior produção de acetato (Schalch *et al.*, 2001; Wing, 1982), fazendo com que este alimento tenha uma menor chance de causar acidose ruminal.

Pereira *et al.* (2007) avaliaram a substituição do milho moído fino (MM) por polpa cítrica (PC) em rações para bovinos machos não-castrados terminados em confinamento. As rações continham 70% de concentrado e 30% de silagem de cana-de-açúcar e foram formuladas com 0; 50; 75 e 100% de PC em substituição ao milho. Foram utilizados 72 machos Canchim não-castrados, com 318 kg de PVI e 18 meses de idade e a duração do período experimental foi de 130 dias. A EA e a energia líquida de manutenção e de ganho foram maiores nos animais alimentados com a dieta formulada com 50% de PC em comparação àquela isenta de polpa. O GMD e o CMS obtidos com as dietas com 75 e 100% de PC foram inferiores aos encontrados com 50% de substituição. A espessura de gordura e o rendimento da carcaça não foram influenciados pelos níveis de substituição do milho por polpa cítrica.

Comportamento semelhante foi observado na pesquisa de Gouvêa *et al.* (2016), onde avaliaram a inclusão crescente de polpa cítrica (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao milho, em dois tipos de processamento (moído ou floculado). Utilizaram 216 touros da raça Nelore, com 350 kg de PVI, que receberam as dietas compostas por 12% de bagaço de cana de açúcar como volumoso e 88% de concentrado, durante o período experimental de 103 dias. A resposta dos animais à inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica, em relação aos indicadores de desempenho, comportou-se de forma diferente, de acordo com o tipo de processamento. Para o milho floculado, houve efeito linear decrescente nos indicadores de PVF, GMD e EA, e

crecente para o indicador IMS, sugerindo que houve redução na digestibilidade da dieta com a inclusão da polpa cítrica. Já quando a substituição ocorreu nas dietas com milho moído, a polpa cítrica causou um efeito quadrático, onde os melhores resultados foram observados na substituição de 50% do milho, o que sugere níveis semelhantes de energia entre o milho moído e a polpa cítrica.

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é bastante cultivado nas regiões centro-oeste e nordeste do Brasil. O processamento do algodão consiste inicialmente na separação da fibra longa das sementes, processo denominado descaroçamento, que resulta em caroço com línter, caracterizado por apresentar fibras finas e curtas, que permanecem ligadas ao caroço (Santos *et al.*, 2009). Este pode ser destinado, no processamento industrial, à extração do óleo para o consumo humano ou produção de biodiesel, gerando assim, os demais subprodutos. O farelo de algodão é obtido quando são utilizados processos químicos (solventes) e físicos (prensagem) para a extração do óleo. Já a torta de algodão é obtida quando é utilizada apenas a prensagem (Paim *et al.*, 2010).

O caroço, o farelo e a torta de algodão destacam-se como substitutos parcial ou total ao farelo de soja, principalmente em regiões onde se tem o cultivo do algodão e/ou agroindústrias de processamento que, na extração do óleo, geram os subprodutos referidos, disponibilizando-os para o mercado local com preço competitivo (Zervoudakis *et al.*, 2010), o que pode contribuir na redução do custo da dieta dos animais (Pina *et al.*, 2006).

3.2 Aditivos na alimentação de bovinos

Segundo definições do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, contidas no decreto lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974 e instrução normativa 15/2009, aditivo é uma substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Os aditivos mais utilizados na alimentação de bovinos são os antibióticos ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos (Nicodemo, 2001). Os antibióticos ionóforos e não ionóforos atuam seletivamente deprimindo ou inibindo o crescimento de microrganismos do rúmen, sendo obtidos de diversas linhagens de *Streptomyces*. No Brasil, os principais ionóforos usados como promotores de crescimento são a monensina, lasalocida e a salinomocina. Os não

ionóforos são ainda pouco explorados no país, sendo esse grupo representados pela virginiamicina. Contudo, ambas as moléculas são utilizadas como melhoradores de desempenho para bovinos mantidos à pasto (Bagley *et al.*, 1988; Valle *et al.*, 2013) e em dietas de confinamento (Nicodemo, 2001).

Entretanto, a inclusão de antibióticos em dietas de ruminantes tem sido alvo de críticas, devido à possibilidade de resíduos em produtos de origem animal (Oliver; Murinda; Jayarao, 2011). A União Europeia banuiu, em janeiro de 2006, por cautela, o uso dos ionóforos na alimentação animal pelo regulamento 1831/2003/CEE. A partir dessa proibição, pesquisas com compostos secundários de plantas, também chamados de óleos essenciais (OE), foram incentivadas em animais domésticos, com o objetivo de conhecer seu potencial de uso.

O cinamaldeído, extraído da canela (*Cinnamomum* spp.), o carvacrol do orégano (*Origanum vulgare*), o eugenol do cravo da índia (*Eugenia caryophyllata*) e a capsaicina da pimenta vermelha (*Capsicum* ssp.) possuem ação antimicrobiana e podem manipular a fermentação ruminal (Calsamiglia *et al.*, 2007). Em estudos *in vitro*, os OE promovem efeitos semelhantes à monensina, com redução da relação entre acetato e propionato, da concentração de amônia e da produção de metano (Klevenhusen *et al.*, 2012). Efeitos aditivo e sinérgico podem ocorrer entre os OE (García-García *et al.*, 2011); portanto, esses compostos geralmente são utilizados em combinação para potencializar seu efeito antimicrobiano.

3.2.1 Monensina sódica

Ionóforos são frequentemente incluídos na dieta de ruminantes a fim de modular a fermentação ruminal e melhorar a eficiência, sendo que o ionóforo mais utilizados na dieta de ruminantes é a monensina (Mobliglia, 2017). Ela inibe as bactérias gram-positivas, impactando o metabolismo do ruminante pelo aumento na eficiência do metabolismo energético, melhora do metabolismo de nitrogênio e redução de timpanismo e riscos de acidose (Schelling, 1984). Esse aditivo também é capaz de alterar o perfil dos ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no rúmen, aumentando a concentração de ácido propiônico e reduzindo as concentrações de ácidos butírico e acético (Richardson *et al.*, 1976). O aumento das percentagens de propionato no rúmen propicia um aumento da gliconeogênese hepática a partir desse AGV, promovendo mais energia a partir do alimento pelo aumento da glicose (Lomax *et al.*, 1979). Esse aditivo tem sido intensamente estudado desde os anos 70 também com o intuito de reduzir o consumo simultaneamente com a melhoria da conversão alimentar (Goodrich *et al.*, 1984).

3.2.2 Virginiamicina

A virginiamicina é um antibiótico não-ionóforo que tem atuação na síntese proteica da célula bacteriana, inibindo a formação de ligações peptídicas na subunidade dos ribossomos, o que causa redução de crescimento ou a morte da célula gram-positivas (Cocito, 1979). As células bacterianas gram-negativas não são afetadas devido a impermeabilidade da membrana. Assim, a virginiamicina apresenta a capacidade de estabilizar a fermentação ruminal. Nagaraja *et al.* (1987) sugerem que a virginiamicina aumenta a concentração de propionato e reduz a concentração de amônia e hidrogênio, que é precursor de metano.

A virginiamicina vem sendo utilizada na adaptação dos animais às dietas com alta proporção de concentrado em confinamentos devido ao maior controle sobre as bactérias produtoras de lactato, diminuindo, assim o risco de distúrbios metabólicos e favorecendo o crescimento dos animais. Com a manutenção do pH ruminal, através da utilização da virginiamicina, espera-se que o desenvolvimento de bactérias e protozoários que digerem fibras seja favorecido. A estabilidade do pH afeta a taxa de degradabilidade ruminal e de passagem da digesta do rúmen para o intestino delgado, permitindo maior IMS e matéria orgânica digestível, melhorando o desempenho animal (Hedde *et al.*, 1980; Nagaraja *et al.*, 1987).

Benatti *et al.* (2017) avaliaram níveis crescentes de monensina sódica (0, 10, 20 ou 30 mg/kg MS) em associação com a virginiamicina (25 mg/kg MS), na dieta de terminação de animais da raça Nelore, com 348kg de PVI. A dieta final era composta por 11,9% de bagaço de cana como volumoso e 88,1% de concentrado (milho, polpa cítrica, farelo de amendoim e núcleo mineral). Os pesquisadores encontraram efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis crescentes da associação de monensina com virginiamicina, para redução da IMS e aumento da EA.

Esses dados divergem um pouco dos observados por Rigueiro *et al.* (2020), que avaliaram diferentes associações das dosagens de 25 e 30 mg/kg de virginiamicina e monensina, respectivamente. Foram utilizados os aditivos isolados ou combinados, tanto para a fase de adaptação, como para a terminação. Utilizaram 72 novilhos da raça Nelore, com PVI de 388kg, recebendo dieta final com 16% de volumoso e 84% de concentrado a base de grão úmido de milho e farelo de amendoim. A melhor combinação foi a associação dos aditivos apenas na adaptação, seguida pelo uso apenas da virginiamicina após a adaptação, mostrando maiores PVF, GMD e IMS; no entanto, sem prejudicar a EA. O tratamento também influenciou a composição das carcaças dos animais, observando-se maior PCQ, RC, ganho diário em carcaça (GMDc) e área de olho de lombo (AOL).

3.2.3 Óleos essenciais (OE)

Os OE são compostos oriundos de plantas que variam em volatilidade e podem ser obtidos por destilação a vapor ou por processos mecânicos. O termo “óleo” é devido às suas características lipofílicas, e “essencial” deriva da sua propriedade aromatizante. Os OE são também chamados de fitonutrientes, compostos bioativos, extrato de plantas ou compostos secundários de plantas (Schmidt, 2010).

Os OE podem ser sintetizados a partir de metabólitos de reserva provenientes de compostos primários em excesso e não estão envolvidos nos processos bioquímicos primários, como crescimento ou reprodução da planta (Gottlieb, 1990). Esses compostos são sintetizados e armazenados por várias estruturas epidermais, tais como raízes, folhas, flores, pétalas, sementes, caules e frutos, os quais são liberados pelas glândulas secretoras ou pelos tricomas glandulares (Rodriguez *et al.*, 1984).

O carvacrol, 2-metil-5-(1 metiletil)-fenol, pertence ao grupo dos monoterpenos. É um OE encontrado principalmente em plantas de orégano e no alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) (Peixoto-Neves *et al.*, 2010). O efeito antimicrobiano do carvacrol foi relacionado ao grupamento fenólico da estrutura química, que possui efeito bacteriostático, atuando sobre a permeabilidade da membrana dos microrganismos (Heipieper; Keweloh; Rehm, 1991).

O cinamaldeído (3-fenil-2-propenol fenol) pertence ao grupo dos fenilpropanos, sendo encontrado principalmente em árvores de canela. Ele é um aldeído reativo devido à α , β insaturação em sua cadeia lateral, a qual é essencial para sua atividade antibactericida (Bae; Ji; Park, 1992). Esse composto apresenta efeito antimicrobiano sobre uma variedade de bactérias e também sobre fungos, como *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nididans*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus terreus*, dentre outros (Ranasinghe *et al.*, 2013).

O eugenol (4-alil-2-metoxifenol) é um composto volátil pertencente ao grupo dos fenilpropanos, sendo o principal OE extraído do cravo da Índia. O composto possui amplo espectro inibidor de bactérias gram-negativas e positivas (Dorman; Deans, 2000).

A capsaicina (8-metil-N-vanilil-6-nonenamida) é um alcalóide fenólico de carácter lipofílico encontrado em pimentas vermelhas, também conhecida como capsaicinóide. O ardor da pimenta é devido à presença do NH na molécula. Tipos de pimenta que possuem oxigênio no lugar de NH não apresentam essa característica e são chamadas pimentas doces ou não pungentes (Iwai *et al.*, 2003).

Efeitos aditivos, sinérgicos e antagônicos podem ocorrer entre os OE (Calsamiglia *et al.*, 2007). Combinações binárias de carvacrol e timol; de timol e eugenol e do composto ternário de carvacrol, timol e eugenol tiveram efeito sinérgico sobre a inativação *in vitro* da bactéria *Listeria innocua* (García-García *et al.*, 2011). Em ensaio de inibição interativa foi observado sinergismo entre o cinamaldeído, carvacrol e timol e efeito aditivo entre o carvacrol e o timol sobre a atividade da enzima β -galactosidase *in vitro* (Wang *et al.*, 2017).

A ação antimicrobiana difere entre os compostos de OE, mas basicamente relaciona-se às alterações nas membranas plasmáticas dos microrganismos (Akthar *et al.*, 2014). O efeito das concentrações inibitórias mínimas de 91 extratos etanólicos de plantas colhidas no oeste da Austrália foram avaliadas sobre as espécies bacterianas ruminais e 37 extratos apresentaram efeito inibitório seletivo *in vitro* para *Clostridium proteoclasticum* e seis para *Butyrivibrio fibrisolvens* (Durmic *et al.*, 2008).

Meschiatti *et al.* (2019) avaliaram o desempenho de bovinos em terminação com dietas contendo monensina (26mg/kg) ou *blend* de OE (90mg/kg), além da associação de ambos. Os animais que receberam o *blend* de OE tiveram maior CMS ($P<0,001$), porém com EA similar em ralação aos animais que receberam apenas monensina. A associação dos aditivos também resultou em maiores ($P<0,05$) CMS, GMD, PVF e PCQ, em relação ao uso de apenas monensina sódica.

3.3 Avaliação da carcaça e da carne

A produção de carne de qualidade e a redução dos riscos para a saúde humana são objetivos da indústria, para satisfazer demanda dos consumidores e estimular as vendas. A genética e a nutrição são os principais fatores que influenciam a qualidade da carne de bovino e podem ser alterados durante o sistema de produção (Teixeira *et al.*, 2022). Na Europa e nos Estados Unidos, o preço de uma carcaça é, também, formado pela qualidade da carne. Dickinson e Bailey (2002) verificaram que os consumidores destes países estão dispostos a pagarem mais pela carne de acordo com suas características organolépticas e sensoriais. Desta forma, é crescente o segmento de mercado de consumidores mais exigentes quanto à textura, cor e sabor da carne (Pesce, 2008). Larrain *et al* (2009) observaram que a substituição total de milho por sorgo de alto tanino não alterou a força de cisalhamento, no entanto, a diferença da percepção de maciez e de suculência da carne foram observadas na avaliação com pessoas, sem as melhores avaliações das amostras de carne de animais que receberam milho na dieta.

A cor da carne é a principal característica observada no momento da compra e correlacionada com a aceitação do consumidor. Alterações na cor, maciez, odor e sabor, em função de deterioração da carne, são causadas principalmente pela oxidação de componentes, como lipídeos e mioglobina (Buckley; Morrissey; Gray, 1995), além de deteriorações enzimática autolítica e microbiana (Dave; Ghaly, 2011). A dieta consumida pelos animais pode impactar a estabilidade da carne por modular o estado oxidativo do músculo (Aouadi *et al.*, 2014). Uma alternativa para auxiliar com a estabilidade oxidativa, são os aditivos naturais, como os OE, que podem estender a vida útil da carne, por possuir muitos compostos com atividades antimicrobianas e antioxidantes (Monteschio *et al.*, 2017; Rivaroli *et al.*, 2016).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) ou gordura de cobertura é umas das principais características avaliadas nas carcaças (Menezes; Restle, 2005). O valor mínimo exigido pelos frigoríficos no Brasil é de 3 mm, para que essa atue como isolante térmico, evitando a perda de água e outros componentes solúveis durante o resfriamento (Magnabosco *et al.*, 2009). Segundo Henrique *et al.* (2004), a substituição milho moído por polpa cítrica na dieta de bovinos confinados reduz ($P=0,03$) linearmente a EGS, diferentemente do observado em estudos onde ocorreu a substituição total do milho por sorgo (Clarindo *et al.*, 2008; Igarasi *et al.*, 2008), o que deve ser um ponto de atenção para não ficar abaixo da exigência de mercado. Já a de área de olho de lombo (AOL), está correlacionada com a musculosidade, sendo utilizada como indicador de rendimento dos cortes com valor comercial agregado (Luchiari Filho, 2000) e normalmente não sobre influência pelas mudanças da fonte energética (Henrique *et al.*, 2004; Igarasi *et al.*, 2008).

3.4 Custo de produção e análise de rentabilidade

O cálculo do custo de produção envolve todas as áreas de uma propriedade e exige muita organização para o lançamento das notas fiscais dos produtos adquiridos e o valor dos serviços utilizados. Além disso, é necessário conhecimento para alocar os custos nas contas gerenciais e centros de custos corretos. Por isso, é uma tarefa complexa e, ao mesmo tempo muito importante, já que é o ponto de confluência no qual todas as decisões técnicas e investimentos podem se justificar ou não (Lopes; Reis; Yamaguchi, 2007).

A análise de rentabilidade também é de fundamental importância na gestão de uma empresa. O conhecimento dos indicadores econômicos permite que haja entendimento da situação econômico-financeira da propriedade (Araújo, 2009), possibilitando que seja feita uma

avaliação da condição atual da empresa e possa fazer planejamentos a curto e longo prazo. Além disso, por meio da análise de rentabilidade os empresários se tornam aptos a comparar a atividade de produção da propriedade com outras atividades econômicas (Santos; Lopes, 2012).

É importante definir um método a ser utilizado para calcular o custo de produção afim de que os resultados possam ser comparados entre diferentes propriedades. Existem diferentes metodologias utilizadas para fazer esse cálculo sendo as principais: a metodologia do custo total, utilizada por Souza *et al.* (1990) e a do custo operacional (Matsunaga *et al.*, 1976). O custo total consiste na soma do custo fixo e custo variável. O custo fixo é composto por aqueles custos que não variam proporcionalmente à produção e têm duração superior a um ciclo de produção, ou seja, mesmo se não houver produção é preciso arcar com esses custos, são eles: remuneração da terra e do empresário; depreciação e remuneração do capital investido em benfeitorias, máquinas e equipamentos, lavouras permanentes, animais produtivos e de trabalho, impostos e taxas fixas. O custo variável é definido pela soma dos custos que variam de acordo com a produção e cuja duração é igual ou menor que o ciclo de produção (curto prazo). São custos variáveis os gastos com: medicamentos, mão de obra, insumos, energia elétrica, juros de financiamentos, manutenção de benfeitorias e despesas gerais, além da remuneração do capital de giro (Souza *et al.*, 1990).

O custo operacional contempla os valores efetivamente desembolsados pelo produtor, chamados de custo operacional efetivo (COE), acrescidos do custo estimado da mão de obra familiar e da depreciação. O COE é representado pelos dispêndios com alimentação, mão de obra, ordenha, sanidade, reprodução, mecanização e administração. A remuneração dos outros fatores de produção como: terra, empresário e capital e fica a cargo dos resíduos, ou seja, da diferença entre custo operacional total (COT) e receita total (Matsunaga *et al.*, 1976).

Em relação à análise de rentabilidade, alguns indicadores são utilizados: margem bruta (receita menos COE), margem líquida (receita menos COT) (SEBRAE, 1998). São ainda estimadas a lucratividade 1, calculada como sendo o resultado dividido pela receita total, multiplicado por 100, ou seja, (Lucratividade 1 (%) = Resultado/Receita total)x100; e a rentabilidade 1, obtida pela divisão do resultado pelo total imobilizado mais o COE, multiplicado por 100, ou seja (Rentabilidade 1 (%) = Resultado/(Total imobilizado + COE)x100 (SEBRAE, 1998), bem como a lucratividade 2 (margem líquida dividida pela receita total) e rentabilidade 2 (margem líquida dividida pelo total imobilizado acrescido do COE) (Lopes *et al.*, 2011a). Por meio desses indicadores é possível avaliar as condições da propriedade de produzir a curto prazo, que é a quando ela possui margem bruta positiva e, portanto, consegue arcar com suas despesas operacionais efetivas; de produzir a longo prazo, possível quando a

margem líquida for positiva, ou seja, a empresa consegue pagar suas despesas operacionais efetivas e também a depreciação de máquinas e benfeitorias (Santos; Lopes, 2012).

A avaliação econômica em sistemas de confinamento já foi pesquisada por diversos pesquisadores e diferentes resultados de lucratividade foram observados. Lopes *et al.* (2011b) compararam a viabilidade econômica da terminação de novilhos em confinamento e encontraram lucratividades negativas de -9,97% e -31,14%, para animais das raças Red Angus e Nelore, respectivamente. Neste caso o confinamento não apresentou viabilidade econômica na região de Lavras, MG, no ano de 2007.

Lopes e Magalhães (2005) estudaram a rentabilidade da terminação de bovinos de corte em um confinamento comercial, no oeste do Estado de Minas Gerais, no qual foram terminados em confinamento 3.583 animais, durante os meses de abril a novembro de 2002. Foi calculado o custo de produção e identificaram os componentes de maior representatividade sobre o COE da arroba de carne. Os componentes do COE que exerceram maiores representatividades sobre os custos da atividade confinamento foram, em ordem decrescente: aquisição dos animais (68,41%), alimentação (22,32%), despesas diversas (4,32%), mão de obra (3,90%), sanidade (0,93%) e impostos (0,12%). O confinamento do sistema de produção mostrou que a atividade tem condições de sobreviver no longo prazo.

Já Missio *et al.* (2009) estudaram o desempenho animal e viabilidade econômica da utilização de diferentes níveis de concentrados nas dietas de confinamento, de tourinhos entre 14 e 16 meses de idade, os quais foram de 22; 40; 59 ou 79%. O consumo de energia digestível e o GMD apresentaram aumentos lineares com a elevação do nível de concentrado. O aumento do nível de concentrado da dieta de 22 para 79% aumenta o desempenho animal, mas reduz a lucratividade da terminação de tourinhos. Porém, os autores não avaliaram o peso da carcaça dos animais, que poderiam ter os rendimentos das carcaças diferentes, em função do nível de concentrado.

Cardoso *et al.* (2014) avaliaram o efeito do sexo sobre o desempenho, as características da carcaça e a viabilidade econômica da terminação de bovinos alimentados com dieta com grãos de milho inteiro. Foram utilizados 40 bovinos da raça Nelore, 20 novilhos não castrados e 20 novilhas. O custo total com os machos foi superior ao obtidos para as fêmeas ($P < 0,05$); porém, não houve diferença na rentabilidade e lucratividade ($P < 0,05$).

Em muitas situações, produtores e técnicos tem dificuldades em levantar todos os itens que compõem o COE. Entretanto, os valores com alimentação dos animais são corriqueiramente avaliados, principalmente pela sua importância e representatividade. Afim de realizar uma avaliação econômica, em situações assim, Lopes *et al.* (2012) propuseram a metodologia do

benefício econômico (BE), como um indicador de rentabilidade, onde ele é estimado pela diferença entre a receita e o custo alimentar. O indicador proposto por Lopes *et al.* (2012) em sistemas de produção de leite, já foi utilizado também Lopes *et al.* (2014) e Lage *et al.* (2016) em avaliações de diferentes dietas na rentabilidade da atividade leiteira. Montes *et al.* (2022) ao avaliar a frequência de fornecimento de suplementos a pasto, também utilizaram o BE como avaliador de rentabilidade.

Estudos econômicos em sistemas de terminação de bovinos sem o uso de forragens são escassos (Cardoso *et al.*, 2014; Dias *et al.*, 2016) e não foi encontrado na literatura trabalhos de viabilidade econômica em sistema de terminação com ração farelada sem forragem.

4 COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética em experimentação animal da Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU (Protocolo CEUA/FAZU - 004/2020).

REFERÊNCIAS

- AKTHAR, M. S.; DEGAGA, B.; AZAM, T. Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: A review. **Biological Sciences and Pharmaceutical Research**, Nigéria, v. 2, p. 1–7, 2014.
- ALTAMIRANO, J. D. *et al.* Degradabilidade ruminal in vitro de amido de 21 variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con diferente genotipo de resistencia a sequía. **Interciencia**, Caracas, v. 29, n. 6, p. 329-333, 2004.
- AOUADI, D. *et al.* The antioxidant status and oxidative stability of muscle from lambs receiving oral administration of *Artemisia herba alba* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. **Meat Science**, Barking, v. 97, n. 2, p. 237-243, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.005.
- ARAÚJO, A. T. F. **Indicadores de rentabilidade**: uma análise econômico financeira sobre as demonstrações contábeis da indústria ROMIA S/A. 2009. Disponível em: <<http://peritocontador.com.br/wp-content/uploads/2015/03/Ant%C3%B4nia-T%C3%A1ssila-Farias-de-Ara%C3%BAjo-Indicadores-de-Rentabilidade.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). **Beef Report – Perfil da Pecuária no Brasil**. 2022. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022>>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- BAE, K. H.; JI, J. M.; PARK, K. L.; The antibacterial component from *Cinnamomi* cortex against a cariogenic bacterium *Streptococcus mutans* OMZ 176. **Archives of Pharmacal Research**, Coreia, v. 15, p. 239– 241, 1992. DOI: 10.1007/BF02974062
- BAGLEY, C. P. *et al.* Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 792–797, 1988. DOI: 10.2527/jas1988.663792x.
- BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: Effects of roughage source roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 1943-1953, 1994. DOI: 10.2527/1994.7281943x.
- BENATTI, J. M. B. *et al.* Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of Nellore cattle. **Animal Science Journal**, Toquio, v. 88, n. 11, p. 1709-1714, 2017. DOI: 10.1111/asj.12831.
- BLASI, D. A. *et al.* **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Manhattan: Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.
- BRANCO, R. H. *et al.* Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. **Revista**

Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 372-381, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000200021.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3122–3130, 1995.

CALSAMIGLIA, S. *et al.* Invited Review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 2580–2595, 2007. DOI: 10.3168/jds.2006-644.

CARDOSO, E. O. *et al.* Influence of sex on performance, carcass traits and economic feasibility of cattle fed high grain diets. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2643-654, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2643.

CARVALHO, J. R. R. *et al.* Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nelore and Angus bulls fed a whole shelled corn diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 2451-2459, 2016. DOI: 10.2527/jas.2015-0162.

CHESSON, A.; MONRO, J. A. Legume pectic substances and their degradation in the ovine rumen. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 33, n. 9, p. 852–859, 1982. DOI: 10.1002/jsfa.2740330907.

CLARINDO, R. L. *et al.* Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 902-910, 2008.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 43, n. 2, p. 145-192, 1979. DOI: 10.1128/mr.43.2.145-192.

DAVE, D.; GHALY, A. E. Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 486-510, 2011. DOI: 10.3844/ajabssp.2011.486.510.

DIAS, A. M. *et al.* Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000100005.

DICKINSON, D. L.; BAILEY, D. V. Meat traceability: Are US consumers willing to pay for it? **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 27, n. 2, p.348-364, 2002. DOI: 10.22004/ag.econ.31128.

DORMAN, H. J.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, p. 308–316, 2000. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x

DURMIC, Z. *et al.* Australian plants with potential to inhibit bacteria and processes involved in ruminal bio hydrogenation of fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, p. 271–284, 2008. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.05.052.

ESTEVEES, S. N. *et al.* Milho ou sorgo na alimentação de bovinos inteiros da raça Canchim e 1/2 Canchim + 1/2 Nelore em confinamento. I. Ganho de peso e características da carcaça: In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: SBZ, p. 437. 1993.

FARRAN, T. B. *et al.* Wet corn gluten feed and alfafa hay levels in dryrolled corn finishing diets: Effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1205-1214, 2006. DOI: 10.2527/2006.8451205x.

FEGEROS, K. *et al.* Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1116-1121, 1995. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76728-5.

FERREIRA, A. C. H. **Valor nutritivo de silagens à base de capim elefante com níveis crescentes de subprodutos agroindustriais de abacaxi, acerola e caju.** [Tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária; 2005.

FIRKINS, J. L. Effects as feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1426-1437, 1997. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7.

GARCIA-GARCIA, R.; LOPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Bactericidal action of binary and ternary mixtures of carvacrol, thymol, and eugenol against *Listeria innocua*. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 76, p. 95–100, 2011. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.02005.x.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412 p.

GOODRICH, R. D. *et al.* Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984. DOI: 10.2527/jas1984.5861484x.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on the diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 705-714, 2005. DOI: 10.2527/2005.833705x.

GOTTLIEB, O. R. Phytochemicals: differentiation and function. **Phytochemistry**, v. 29, p. 1715–1724, 1990. DOI: 10.1016/0031-9422(90)85002-W.

GOUVÊA, V. N. *et al.* Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 2, p. 665-677, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-9459.

HEDDE, R. D. *et al.* Virginiamycin effect on rumen fermentation in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, p. 366-367, 1980.

HEIPIEPER, H. J.; KEWELOH, H.; REHM, H. J. Influence of phenols on growth and membrane-permeability of free and immobilized *Escherichia coli*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 57, p. 1213–1217, 1991.

HENRIQUE, W. *et al.* Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000200025.

IGARASI, M. S. *et al.* Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 513-519, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PIB AGROPECUÁRIO 2020**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/pib-do-setor-agropecuário-apresentou-crescimento-de-2-em-2020>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

IWAI, B. K.; YAZAWA, A.; WATANABE, T. Roles as metabolic regulators of the non-nutrients, capsaicin and capsiate, supplemented to diets. **Proceedings of the Japan Academy**, Toquio, v. 79, p. 207–212, 2003. DOI: 10.2183/pjab.79B.207.

KLEVENHUSEN, F. *et al.* A meta-analysis of effects of chemical composition of incubated diet and bioactive compounds on in vitro ruminal fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176, p. 61–69, 2012. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2012.07.008.

LAGE, J. F. *et al.* Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 3, p. 1158-1164, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.10.027.

LARRAIN, R. E. *et al.* Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 6, p. 2089-2095, 2009. doi: 10.2527/jas.2007-0433.

LOMAX, M. A. *et al.* Differences between lactating and non-lactating dairy cows in concentration and secretion rate of insulin. **Biochemical Journal**, Londres, v. 180, n. 2, p. 281-289, 1979. DOI: 10.1042/bj1800281.

LOPES, L. S. *et al.* Viabilidade econômica da terminação de novilhos nelore e Red norte em confinamento na região de Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 774-780, 2011b. DOI: 10.1590/S1413-70542011000400017.

LOPES, M. A. *et al.* Economic viability of feeding dairy cows on diets containing different levels of soybean oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 9, p. 2085-2091, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900017.

LOPES, M. A. *et al.* Estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Nazareno (MG). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 58-69, 2011a.

LOPES, M. A. *et al.* Viabilidade econômica da inclusão de óleo de girassol em dieta à base de cana de açúcar para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, p. 3, p. 853-860, 2014. DOI: 10.1590/1678-41626538

- LOPES, M. A.; MAGALHAES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p. 374-379, 2005. DOI: 10.1590/S0102-09352005000300016.
- LOPES, P. F.; REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 567–590, 2007. DOI: 10.1590/S0103-20032007000300002.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. 1 ed. São Paulo, 2000.
- MAGNABOSCO, C. U. *et al.* Estratégias genéticas para melhoria da qualidade da carne bovina no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE, 1., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: SIMPEC, 2009. p.27-49.
- MALAFAIA, G. C. *et al.* Sustentabilidade na cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira. In: BUNGENSTAB, D. J. *et al.* **ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2019, p. 117-130.
- MARQUES, R. S. *et al.* Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p.339–348, 2016. DOI: 10.2527/jas.2015-9758.
- MATSUNAGA, M. *et al.* Metodologia do custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1927-1937, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000600017.
- MESCHIATTI, M. A. P. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 97, P. 456-471, 2019. DOI: 10.1093/jas/sky415.
- MILLEN, D. D. *et al.* A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3427-3439, 2009. DOI: 10.2527/jas.2009-1880.
- MISSIO, R. L. *et al.* Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000700021.
- MOBIGLIA, A. M. **Uso de aditivos e adaptação para dietas com alta inclusão de grão de milho inteiro de bovinos confinados**. 2017. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2017.

MONTES, L. F. *et al.* Effect of frequency of proteinenergy supplementation on the performance of Nellore steers during the dry season. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayagüez, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2022.

MONTESCHIO, J. O. *et al.* Clove and rosemary essential oils and encapsuled active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. **Meat Science**, Barking, v. 130, p. 50-57, 2017. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.04.002.

NAGARAJA, T. G. *et al.* In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n. 4, p. 1064-1076, 1987. DOI: 10.2527/jas1987.6541064x.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242 p.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000200003.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2001.

OLIVER, S. P.; MURINDA, S. E.; JAYARAO, B. M. Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: A comprehensive review. **Foodborne Pathogens and Disease**, Larchmont, v. 8, p 337–355, 2011. DOI: 10.1089/fpd.2010.0730.

OWENS, F. N. *et al.* The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 868-879, 1997. DOI: 10.2527/1997.753868x.

PAIM, T. do P. *et al.* Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Pernambuco, v. 13, n. 1/2/3, p. 24-37, 2010.

PAULINO, P. V. R. *et al.* Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 15, p. 161-172, 2013. DOI: 10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p161-172.

PEIXOTO-NEVES, D. *et al.* Vasorelaxant effects of the monoterpenic phenol isomers, carvacrol and thymol, on rat isolated aorta. **Fundamental and Clinical Pharmacology**, Paris, v. 24, p. 341–350, 2010. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2009.00768.x.

PEREIRA, E. M. *et al.* Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000100026.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados**. 2008. 155 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

- PINA, D. S. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1543-1551, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500037.
- PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian survey. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 1, p. 1-46, 2018. DOI: 10.1139/cjas-2018-0031.
- RANASINGHE, P. *et al.* Medicinal properties of “true” cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, Londres, v. 13, p. 275, 2013. DOI: 10.1186/1472-6882-13-275.
- RICHARDSON, L. *et al.* Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 43, n. 3, p. 657-664, 1976. DOI: 10.2527/jas1976.433657x.
- RIGUEIRO, A. L. N. *et al.* The potential of shortening the adaptation of Nellore cattle to high-concentrate diets using only virginiamycin as sole feed additive. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, e692705, 2021. DOI: 10.3389/fvets.2021.692705.
- RIVAROLI, D. C. *et al.* Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, Barking, 121, 278–284, 2016. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.06.017.
- RODE, L. M.; WEAKLEY, D. C.; SATTER, L. D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 65, n. 1, p. 101-111, 1985. DOI: 10.4141/cjas85-011.
- RODRIGUEZ, E. *et al.* **Biology and Chemistry of Plant Trichomes**. Plenum Press, New York, 1984.
- ROONEY, W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, 1986. DOI: 10.2527/jas1986.6351607x.
- SANTOS, F. A. P. *et al.* Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 923-931, 2001. DOI: 10.4025/actascianimsci.v23i0.2646.
- SANTOS, F. A. P.; MOSCARDINI, M. C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: III Simpósio de Nutrição de Ruminantes, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Grupo Nutrir, p. 35-52, 2007.
- SANTOS, F. A. P.; PEREIRA, E. M.; PEDROSO, A. M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE

CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5., Piracicaba. SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; DE FARIA, V.P. (Ed.). **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. 398 p.

SANTOS, G.; LOPES, M. A. Indicadores de rentabilidade do centro de custo produção de leite em sistemas intensivos de produção. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 69, p. 1–11, 2012.

SANTOS, I. C. S. *et al.* Beneficiamento de algodão orgânico no agreste paraibano. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 50-55.

SCHALCH, F. J. *et al.* Substituição do milho em grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 280-285, 2001. DOI: 10.1590/S1516-35982001000100039.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1518-1527, 1984. DOI: 10.2527/jas1984.5861518x.

SCHMIDT, E. Production of essential oils. **Handbook of Essential oil: science, technology, and applications**. 1 ed. Pages 83–120. CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.

SCOT CONSULTORIA. **Benchmarking Confina Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/down/211121_Benchmarking_Confina_Brasil_2021_GERAL_Scot_Consultoria__def.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Curso de capacitação rural**. Goiânia, 1998. 34 p.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. Doi: 10.37496/rbz5020200189.

SNIFFEN, C. J. Balancing rations for carbohydrates for dairy cattle. In: FEED DEALER SEMINARS, 1988, Cornell. **Anais...** Cornell: Cornell Cooperative Extension, 1988. v. 112, p. 9-19.

SOUZA, R. *et al.* **A administração da fazenda**. 3. ed. São Paulo: Globo, 1990. 211p.

SWAIN, S. M.; ARMENTANO, L. E. Quantitative evaluation of fiber from nonforage sources used to replace alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2318-2331, 1994. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77175-7

TEIXEIRA, P. D. *et al.* Fatty acid profile and beef quality of Nellore and Angus bulls fed whole shelled corn. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 79, n. 2, e20200273, 2022. DOI: 10.1590/1678-992X-2020-0273.

VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

VALLE, M. A. G. *et al.* Avaliação de desempenho em pasto de bovinos nelore recebendo suplemento protéico/energético com adição de virginiamicina e/ou optigen. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 10, p. 60-65, 2013.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

WANG, L. H. *et al.* An in vitro investigation of the inhibitory mechanism of β -galactosidase by cinnamaldehyde alone and in combination with carvacrol and thymol. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1861, p. 3189–3198, 2017. DOI: 10.1016/j.bbagen.2016.08.002.

WING, J. M. **Citrus feedstuffs for dairy cattle**. Gainesville: University of Florida, 1982. 16p.

ZERVOUDAKIS, J. T. *et al.* Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 150-159, 2010.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 - DESEMPENHO TÉCNICO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS

ARTICLE 1 - TECHNICAL PERFORMANCE AND CARCASS EVALUATION OF CATTLE FINISHED WITH DIETS WITHOUT FORAGE AND WITH DIFFERENT ENERGY SOURCES

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico, a saúde ruminal e a qualidade da carcaça de bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem e com diferentes fontes energéticas. Noventa e seis novilhos, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32 kg) foram utilizados em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram adaptados por 21 dias e receberam, por 70 dias, uma das dietas experimentais, com concentrado proteico mineral padrão, alternando as fontes energéticas, sendo RM - milho moído; RMP1 – 66,7% de milho moído e 33,3% polpa cítrica; RMP2 – 50% de milho moído e 50% de polpa cítrica; RS – sorgo moído. O tratamento RM apresentou melhores indicadores ($P < 0,05$) de desempenho como peso vivo final, ganho médio diário (GMD), ingestão de matéria seca e eficiência alimentar (EA). Entretanto, as inclusões de polpa cítrica (RMP1 e RMP2) não reduziram o ganho da carcaça por matéria seca consumida com base no ganho da carcaça, em comparação ao uso do milho moído (RM). O peso da carcaça quente (PCQ) e ganho médio diário em carcaça (GMDc) não diferiram entre tratamentos ($P > 0,05$). Na avaliação da carcaça, as características rendimento da carcaça e rendimento do ganho diferiram ($P < 0,01$) entre os tratamentos, sendo maiores em RMP2. A menor espessura de gordura subcutânea ($P < 0,05$) foi observada nos animais de RMP2. Não se observou diferenças para as avaliações morfométricas do rúmen e D-Lactado no soro sanguíneo. A substituição parcial do milho moído por polpa cítrica, ou total por sorgo moído, reduziram o GMDc em até 10% e o PCQ em 2,3%, mostrando ser alternativas viáveis, dependendo do custo dos ingredientes.

Palavras-chave: Confinamento. Eficiência alimentar. Papilas ruminais. Polpa cítrica. Sorgo.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate indicators of zootechnical performance, ruminal health and carcass quality of Nelore cattle finished in feedlot, receiving diets without the use of forage and with different energy sources. Ninety-six steers, aged 24 to 30 months and average body weight of 415 (\pm 32 kg), were used in a completely randomized design. The animals were adapted for 21 days and received, for 70 days, one of the experimental diets, with standard mineral protein concentrate, alternating energy sources, where RM - ground corn; RMP1 – 66,7% of ground corn and 33,3% of citrus pulp; RMP2 – 50% of ground corn and 50% of citrus pulp; RS – ground sorghum. There were differences ($P < 0.05$) between treatments, in the performance indicators final BW, average daily gain (ADG), dry matter intake and feed efficiency (FE), being higher for RM. However, citrus pulp inclusions (RMP1 and RMP2) did not change FE based on carcass ADG compared to RM. Hot carcass weight (HCW) and ADG in carcass did not differ between treatments ($P > 0.05$). In carcass evaluation, dressing percentage and gain yield differed ($P < 0.01$) between treatments, being higher in RMP2, but this one had the lowest subcutaneous fat thickness ($P < 0.05$). No differences were observed for the morphometric evaluations of the rumen and D-Lactate in the blood serum. The partial replacement of ground corn by citrus pulp or total by ground sorghum proved to be viable alternatives in the maintenance of carcass ADG, carcass characteristics and HCW.

Key words: Feedlot. Feed efficiency. Rumen papillae. Citrus Pulp. Sorghum.

1 INTRODUÇÃO

A terminação de bovinos em confinamento, com baixa inclusão de forragens, foi alvo de diversos estudos ao longo dos anos (Bartle; Preston; Miller, 1994; Goulart *et al.*, 2020), onde normalmente se observam melhorias na eficiência alimentar; porém redução no consumo total de matéria seca (Carvalho *et al.*, 2016; Weiss *et al.*, 2017). Alguns pesquisadores também avaliaram a retirada total das forragens, como no sistema de engorda com milho grão inteiro (Carvalho *et al.*, 2016; Dias *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2016).

O amido é a principal fonte energética das dietas de confinamento, sendo o milho a fonte primária (Carvalho *et al.*, 2016; Silvestre; Millen, 2021). No entanto, o aumento do uso mundial do cereal para a produção de etanol (Schone *et al.*, 2017), vem contribuindo para os aumentos no seu custo de aquisição. Com isso a inclusão de alimentos alternativos é uma necessidade para redução dos custos de produção sem prejudicar o desempenho técnico na terminação de bovinos confinados. Segundo Silvestre e Millen (2021), o sorgo é o principal cereal utilizado no Brasil em substituição ao milho. Já em relação aos coprodutos, os principais são o caroço de algodão e a polpa cítrica. Apesar de já existirem pesquisas com polpa cítrica (Gouvêa *et al.*, 2016; Henrique *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2007; Prado *et al.*, 2000) e sorgo (Clarindo *et al.*, 2008; Igarasi *et al.*, 2008, Larrain *et al.*, 2009) em substituição ao milho, são escassas as informações em dietas sem o uso de forragem.

A hipótese, neste estudo, é que bovinos de corte possam ser terminados com bom desempenho ingerindo ração farelada sem o uso de forragens, com substituição parcial do milho moído por polpa cítrica ou substituição total por sorgo moído, e promover níveis de desempenho satisfatórios. Portanto, objetivou-se avaliar o desempenho técnico, a saúde ruminal e a qualidade da carcaça em bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem e com diferentes fontes energéticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no confinamento experimental das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), em Uberaba, Estado de Minas Gerais, Brasil. Todos os procedimentos usando os animais seguiram as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da FAZU.

Noventa e seis novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32 kg) foram desvermifugados com 5mg/kg de Fembendazol (Panacur[®] - Merck Animal Health) e vacinados contra clostridioses (Poli-Star[®] - Merck Animal Health) e doença respiratória bovina (Fertiguard[®] - Merck Animal Health) 7 dias antes do transporte para o confinamento experimental.

Os animais foram confinados em quatro baias coletivas, com capacidade para 24 animais, com cobertura e piso concretado na área de alimentação. Cada baia possuía três comedouros e um bebedouro automáticos, equipados com balanças e que utilizavam o sistema Intergado[®] (Chizzotti *et al.*, 2015), onde o consumo de cada animal foi registrado individualmente, por meio de bóton eletrônico, presente na orelha dos animais, cuja leitura foi realizada por antenas localizadas na entrada dos comedouros e dos bebedouros.

O período de adaptação às instalações e dietas experimentais foi de 21 dias, em que os animais receberam as rações experimentais misturadas ao volumoso bagaço de cana de açúcar. O percentual inicial de volumoso foi de 21% na matéria seca (MS), o qual foi decrescendo três pontos percentuais a cada três dias, até ser totalmente retirado, ao final dos 21 dias e dado início ao período experimental.

Os animais receberam, durante 70 dias, *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 07h00 e 15h00, uma das seguintes rações experimentais (Tabela 1):

RM: ração farelada composta por 25% de concentrado proteico mineral e 75% de milho integral moído;

RMP1: ração farelada composta por 25% de concentrado proteico mineral, 50% de milho integral moído e 25% de farelo de polpa cítrica.

RMP2: ração farelada composta por 25% de concentrado proteico mineral, 37,5% de milho integral moído e 37,5% de farelo de polpa cítrica.

RS: ração farelada composta por 25% de concentrado proteico mineral e 75% de sorgo integral moído.

O concentrado proteico mineral era composto por torta gorda de algodão e núcleo mineral com ureia pecuária. A inclusão de ureia teve pequenas variações para aproximar o nível proteico das rações experimentais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo o animal a unidade experimental e o peso vivo inicial utilizado como covariável para as características de desempenho e características da carcaça.

Tabela 1 - Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Ingredientes	Composição (% MS)			
	RM	RMP1	RMP2	RS
Milho integral moído	75	50	37,5	-
Farelo de polpa cítrica	-	25	37,5	-
Sorgo Integral moído	-	-	-	75
Concentrado proteico*	25	25	25	25
Proteína bruta	14,0	14,0	14,1	14,1
NNP Equivalente à Proteína	2,3	2,6	2,8	2,0
FDN	18,2	21,2	22,7	19,8
NDT	80,2	77,7	76,4	76,1
Amido	52,0	35,0	27,0	52,0

MS - Matéria seca; RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado. *Concentrado Turbo Total[®], Rações Nutritaurus, Frutal, Minas Gerais, Brasil. Concentrado proteico a base de torta gorda de algodão, ureia pecuária e núcleo mineral vitamínico enriquecido com monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais à base de carvacrol, cinamaldeído, eugenol e oleoresina de pimenta (Activo Premium[®], Grasp, Curitiba, Paraná, Brasil); NNP - Nitrogênio não proteico equivalente à proteína; FDN - Fibra em detergente neutro; NDT - Nutrientes digestíveis totais estimado de acordo com as equações descritas por Weiss *et al.* (1992).

No dia 0 e no dia 70 o peso corporal foi registrado por meio de balança eletrônica (marca Tru-Test[®], modelo EW5) após um período de jejum de água e alimento por 16 horas (Marques *et al.*, 2016). Tais dados foram usados para calcular o peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD) e o rendimento da carcaça (RC). A eficiência alimentar (EA1) foi calculada dividindo o GMD pela ingestão diária de matéria seca (IMS). O consumo individual de ração na matéria natural (MN) para cada animal foi obtido pelo sistema Intergado[®] e a determinação da matéria seca das rações experimentais foi feita em estufa a 105°C por 12 h, sendo realizadas amostragens semanais.

As análises bromatológicas das rações e sobras amostradas semanalmente foram realizadas de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990) para Cinzas (método 924.05), Proteína Bruta (método 920.87), Umidade (método 934.01) e Extrato

Etéreo (método 920.85); enquanto que a fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Van Soest *et al.* (1991).

Aos 41 dias do período experimental foram coletadas amostras de sangue na veia coccígea, para mensurar as concentrações de D-Lactato no soro sanguíneo, utilizando tubos comerciais (*Vacutainer*, 10 mL; *Becton Dickinson, Franklin Lakes*, EUA) sem heparina sódica para soro sanguíneo. Após formação do coágulo, as amostras foram centrifugadas para a completa obtenção do soro, cujas amostras foram armazenadas à -80°C no mesmo dia da coleta. A mensuração dos níveis de D-Lactato foi realizada pelo kit comercial (MAK058 para D-Lactato *Colorimetric Assay Kit* - MAK058 para D-Lactato, Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA) e as leituras realizadas em leitor de espectrofotômetro *Multiskan GO*[®] (*Thermo Scientific, Waltham*, EUA).

Um abate comparativo foi realizado no início do período experimental, usando oito animais que receberam as mesmas dietas de adaptação, para estimar nos animais que finalizaram o experimento, por meio de análise de regressão, o peso da carcaça inicial, cálculo do ganho médio diário da carcaça (GMDc), a eficiência alimentar (EA2) com base no GMDc e o rendimento do ganho (RG) (Carvalho *et al.*, 2016). Os dados de peso da carcaça quente inicial (PCQi), para cada animal, foi calculado usando a regressão: $PCQi = (0,499 \times PVI) + 23,65$, gerada com os dados dos oito animais abatidos.

Ao final do período experimental, os animais foram abatidos utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular (Brasil, 2000), seguido de remoção do couro e evisceração em frigorífico comercial (Barra Mansa Alimentos, Sertãozinho, São Paulo, Brasil). Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ), sendo identificadas e levadas à câmara de resfriamento por 24 horas, em temperatura próxima a 2°C. O PCQ foi utilizado para calcular o RC (RC = peso vivo após jejum alimentar e hídrico de 16 horas / peso da carcaça quente) (Rodrigues *et al.*, 2003).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) foram avaliados 24 h após o abate. As medidas na carcaça fria foram realizadas no músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12^a e 13^a costelas, sendo a EGS a ¼ da borda medial no lado esquerdo com auxílio de um paquímetro graduado e a AOL na secção transversal do músculo, determinada com o auxílio de uma folha de papel vegetal, onde a área do músculo é contornada sobre o papel e posteriormente mensurada com auxílio de um software de imagem (ImageJ) (Moreira *et al.*, 2003; Müller, 1987; Pontes *et al.*, 2019).

No dia do abate, logo após a evisceração, a superfície interna do rúmen foi avaliada por completa em busca de lesões ruminais e anormalidades, de acordo com Bigham e McManus (1975), com uma escala de 0 (0% de lesões observadas) a 10 (100% da superfície ruminal coberta por lesões e anormalidades). Também foi coletada uma amostra de 1 cm² do saco cranial e armazenada em álcool 70%. As avaliações morfométricas foram realizadas de acordo com Resende Júnior *et al.* (2006).

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). O D-Lactato foi analisado como medida repetida no tempo usando, também, o procedimento MIXED do SAS. A estrutura de covariância foi escolhida de acordo com o critério de informação bayesiano (Schwarz, 1978), comparando quatro estruturas de covariância para cada variável (simetria composta, ordem auto regressiva, ordem auto regressiva heterogênea e não estruturada), sendo que a estrutura que gerou o menor critério de informação bayesiano foi escolhida. O procedimento LSMEANS do SAS foi utilizado para calcular as médias ajustadas para os tratamentos. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $P \leq 0,05$ e tendências foram discutidas quando $0,05 < P \leq 0,10$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PVF e o GMD diferiram entre os tratamentos ($P=0,002$), sendo que os animais que receberam a ração apenas com milho moído como fonte energética foram os que tiveram os melhores desempenhos (Tabela 2). A substituição de 33,3% do milho moído por polpa cítrica (RMP1) reduziu o GMD dos animais em 15,2%; porém, quando a substituição foi de 50% (RMP2), o desempenho diário caiu ainda mais, sendo 29,5% inferior ao RM. Tais resultados são diferentes do normalmente observados quando a substituição ocorre em dietas com forragem, em que a substituição de até 50% do milho moído do concentrado por polpa cítrica aumenta o GMD (Gouvêa *et al.*, 2016; Pereira *et al.*, 2007). De acordo com Galyean e Defoor (2003), a inclusão de pequenas quantidades de forragem, em dietas de terminação com alta energia, contendo níveis baixos de FDN (<15%), proporcionam aumentos nos consumos de MS e de energia líquida de ganho (ELg). Quando o milho moído foi substituído por sorgo moído, a queda no GMD foi de 16,6%. Larraín *et al.* (2009) encontraram redução de 21% ($P<0,001$) no GMD quando houve a substituição total do milho por sorgo, em uma dieta com apenas 10% de forragem, em função de redução da ELg. Porém, em pesquisas que as dietas possuíam mais de 20% de forragem (Clarindo *et al.*, 2008; Igarasi *et al.*, 2008), não se observou diferenças significativas no GMD.

O maior GMD dos animais que receberam RM não se refletiu ($P>0,10$) diretamente em transferência de ganho para os indicadores de desempenho da carcaça (PCQ e GMDc), entre os tratamentos (Tabela 2). Houve redução numérica no GMDc, em relação ao tratamento RM, sendo de 7,6; 9,8 e 9,5%, para os tratamentos RMP1; RMP2 e RS, respectivamente. A menor diferença entre os GMDc, em relação aos GMD, justifica a diferença significativa ($P<0,01$) entre os tratamentos para RC e RG, onde o RMP2, que teve os piores resultados para PVF e GMD, foi o tratamento que teve os melhores índices de RC e RG, mostrando maior transformação do GMD em GMDc.

A ingestão de matéria seca, em relação ao peso corpóreo médio, apresentou valor ao redor de 1,77% (Tabela 2). Esse valor se aproxima dos consumos observados em outros sistemas de engorda sem o uso de forragem, em animais da raça Nelore, como no sistema de milho grão inteiro (Carvalho *et al.*, 2016; Dias *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2016). Houve diferença ($P<0,01$) de IMS entre os tratamentos, sendo observados maiores valores para os animais dos tratamentos com milho e sorgo moídos, em relação aos que receberam polpa cítrica em substituição parcial ao milho. Segundo Pereira *et al.* (2007), a substituição de milho moído por polpa cítrica leva a uma redução linear na IMS, quando a substituição passa de 50%. No

presente estudo houve redução da IMS, em relação ao PV médio, de 7,5% quando a substituição foi de 33,3%; e de 10,7%, quando a substituição foi de 50%. A redução da IMS pode estar relacionada a períodos de acidose ruminal subaguda (ARSA), causados em função da maior velocidade de degradação da pectina em relação ao amido. Segundo Sniffen (1988), a degradação ruminal do amido ocorre em taxas 10 a 35% por hora, em função do nível de processamento; já a pectina atinge valores acima de 30%. No entanto, o efeito na IMS causado pela substituição de milho moído por polpa cítrica ocorre de forma diferente em dietas com e sem forragem, como verificado por Gouvêa *et al.* (2016), onde houve efeito quadrático no consumo, com aumento de IMS até 50% de substituição e redução de IMS quando a substituição era superior a 50%.

A presença de torta gorda de algodão nas rações experimentais contribuiu para manutenção de níveis maiores de FDN em todos os tratamentos (Tabela 1). O valor de IMS de 1,86% para RM é maior que os 1,68% encontrado por Carvalho *et al.* (2016), em dieta com milho grão inteiro, com animais da raça Nelore, que pode ser resultado do maior nível de fibra efetiva; semelhantes ao observado por Marques *et al.* (2016), quando houve inclusão de 3% de bagaço de cana. Na pesquisa de Marques *et al.* (2016), a presença de bagaço de cana de açúcar em dietas de terminação com milho grão inteiro contribuiu para o aumento da IMS e da energia líquida de ganho (ELg) entre 20 a 25%, para ambos os indicadores. De acordo com Galyean e Defoor (2003), a inclusão de pequenas quantidades de forragem, em dietas de terminação com alta energia, contendo níveis baixos de FDN (<15%), como ocorre nas dietas de milho grão inteiro, proporcionam aumentos nos consumos de MS e de ELg.

A EA1 observada neste estudo (Tabela 2) apresentou valores similares aos 137 g/kg obtidos por Carvalho *et al.* (2016) e 146 g/kg por Marques *et al.* (2016), assim como a EA2 (112 vs 107) observada na pesquisa de Carvalho *et al.* (2016); mostrando a eficiência alimentar do sistema de terminação com ração farelada sem forragem, mesmo com alternativas ao uso do milho. A EA1 teve diferença ($P=0,004$) entre os tratamentos, sendo o melhor valor encontrado para RM (165 g/kg), o qual é superior aos observados nos estudos com milho grão inteiro (Carvalho *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2016), mostrando o benefício do processamento grão. Já na EA2 a diferença entre os tratamentos foi observada apenas no RS. O tratamento RS apresentou IMS semelhante a RM; porém, o menor GMD fez com que levasse a uma diferença nas EA1 e EA2. A redução de 13% na EA1 e de 12% na EA2 do sorgo, em relação ao milho, assemelha-se aos 14% encontrado por Larrain *et al.* (2009). Em estudo *in vitro*, Pedersen, Milton e Mass (2000) avaliaram a digestibilidade de amostras de milho e sorgo moídas e encontraram diferenças significativas nas digestibilidades da MS e do amido em 12 h de

incubação, na ordem de 25% de redução para o sorgo. No entanto, Igarasi *et al.* (2008) não encontraram diferença de desempenho de bovinos, quando os dois cereais foram processados na forma de grão úmido, o que demonstra que há necessidade de maior nível de processamento do sorgo, como em silagens de grãos úmidos, para que atinja níveis de digestibilidade do amido próximos ao do milho.

Tabela 2 - Desempenho técnico e características da carcaça de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Item	Tratamentos ¹				EPM	P-valor
	RM	RMP1	RMP2	RS		
Desempenho	n=24	n=24	n=24	n=24		
Peso Vivo Inicial (PVI), kg	419,6	415,1	411,4	417,7	6,06	0,822
Peso Vivo Final (PVF), kg	519,1 ^a	504,7 ^b	488,6 ^c	499,4 ^b	5,16	0,002
Ganho Médio Diário (GMD), kg	1,473 ^a	1,249 ^b	1,039 ^c	1,228 ^{bc}	0,04	0,002
GMD em Carcaça (GMDc), kg	0,980	0,906	0,884	0,887	2,90	0,412
Ingestão de Matéria Seca (IMS), kg	8,660 ^a	7,999 ^b	7,597 ^b	8,609 ^a	0,24	0,010
Ingestão de Matéria Seca (IMS), %PV	1,86 ^a	1,72 ^b	1,66 ^b	1,88 ^a	0,04	0,001
Eficiência Alimentar 1 (EA1), g/kg	165,0 ^a	155,3 ^{ab}	134,9 ^c	143,2 ^{bc}	5,79	0,004
Eficiência Alimentar 2 (EA2) ³ , g/kg	114,2 ^a	113,9 ^a	118,8 ^a	100,5 ^b	3,59	0,007
Características da Carcaça	n=15	n=15	n=15	n=15		
Peso da Carcaça Quente (PCQ), kg	299,5	296,4	292,7	293,0	0,34	0,426
Peso da Carcaça Quente inicial (PCQi) ⁴ , kg	233,0	230,8	228,9	232,1	3,02	0,822
Rendimento da Carcaça (RC), %	58,1 ^a	58,9 ^a	60,0 ^b	58,8 ^a	3,13	0,003
Rendimento do Ganho (RG) ⁵ , %	68,0 ^a	75,2 ^a	91,3 ^b	75,5 ^a	2,89	<0,001
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS), mm	2,79 ^a	2,69 ^a	1,96 ^b	3,09 ^a	0,23	0,016
Área de Olho de Lombo (AOL), mm ²	79,79	76,30	75,83	78,7	1,76	0,358
Abscesso hepático, %	4,20	4,20	12,50	-	-	-

¹RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância; EA1 - calculada usando o GMD/IMS; EA2 - calculada usando o GMDc/IMS; PCQi - estimado utilizando a equação: $PCQi = (0,499 \times \text{peso vivo inicial}) + 23,65$; RG - calculado usando o GMDc/GMD.

O baixo GMD na substituição de 50% do milho moído por polpa cítrica (RMP2) contribuiu para a piora da EA1 dos animais desse tratamento em relação à RM (Tabela 2). No

entanto, a grande redução do consumo de matéria seca e o alto RC, fez com que EA2 fosse semelhante e não apresentasse diferença significativa ($P>0,05$). A substituição de 33,3% do milho moído por polpa (RMP1) reduziu de forma semelhante o ganho e o consumo, o que levou a EA1 e EA2 semelhantes ao do RM. Outros pesquisadores também não observaram diferenças significativas na eficiência alimentar quando da substituição parcial de milho moído por polpa cítrica (Gouvêa *et al.*, 2016; Henrique *et al.*, 2004; Prado *et al.*, 2000). Pereira *et al.* (2007) observaram diferença na EA1, sendo essa melhor quando houve substituição de 50% do milho moído por polpa cítrica em uma dieta com 30% de silagem de cana de açúcar, atribuindo esse resultado ao efeito positivo, causado pela pectina e fibra de alta digestibilidade, presentes na polpa cítrica, na melhora do ambiente ruminal, menor produção de lactato e manutenção do pH ruminal.

Foram observadas diferenças significativas para as características da carcaça, como RC, RG e EGS (Tabela 2). A substituição de milho moído por polpa cítrica em dietas contendo forragens, em geral, não mostraram modificação no RC (Gouvêa *et al.*, 2016; Henrique *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2007; Prado *et al.*, 2000). Contudo, o tratamento com 50% de polpa cítrica (RMP2) apresentou os maiores valores para RC e RG, o que demonstra que a redução do GMD esteve relacionado a componentes não carcaça, visto que não se observou diferença significativa no GMDc. O EGS neste estudo foi menor ($P<0,05$) quando a polpa cítrica substituiu 50% do milho moído. Henrique *et al.* (2004) não encontraram diferença significativa na substituição de níveis semelhantes; porém, a redução numérica ficou semelhante, ao redor de 30%.

As concentrações de D-Lactato presentes no soro sanguíneo, coletados aos 41 dias do período experimental, estão apresentados na Tabela 3. Não se observou diferença significativa entre os tratamentos. O D-Lactato presente no sangue, oriundo principalmente da fermentação ruminal, normalmente é utilizado com indicador de acidose ruminal, por ser metabolizado mais lentamente pelos tecidos, em comparação ao L-Lactato produzido em outros locais fora do rúmen (Ewaschuk; Naylor; Zello, 2005; Harmon *et al.*, 1985). As concentrações de D-Lactato variaram entre 120 a 233 μM . Esses valores são bem superiores aos encontrados em dietas de vaca de leite, onde o teor de FDN fisicamente efetivo (FDN_{pe}) é bem maior, normalmente encontrando valores ao redor de 50-80 μM (Castro *et al.*, 2019). Porém, se aproximam dos 140 μM encontrado por Harmon *et al.* (1985), em dieta com 70% de concentrado, e entre 100-160 μM encontrados por Rodrigues *et al.* (2022), em dietas de confinamento com milho grão inteiro. Os maiores valores encontrados no presente estudo devem-se, provavelmente, à taxa de degradação do amido em função do processamento do grão e ao nível de concentrado da dieta.

Apesar disso, esses valores estão bem abaixo dos níveis de 5 mM (5.000 μ M) encontrados por Harmon *et al.* (1985), em animais com acidose ruminal aguda, demonstrando que ambas as associações de aditivos foram eficazes em controlar o pH ruminal.

Segundo Owens *et al.* (1998), o quadro de acidose ruminal láctica aguda caracteriza-se por valores de pH ruminal abaixo de 5,2. Porém, nas dietas de confinamento com alta inclusão de concentrado, normalmente se observa quadros de acidose ruminal subaguda (ARSA), que se caracterizam por níveis normais de ácido láctico, acúmulo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e pH entre 5,2 a 5,8 por mais de 5 horas (Minami *et al.*, 2021; Nagaraja; Lechtenberg, 2007). As consequências normalmente são redução da IMS, do tempo de ruminação, presença de lesões de ruminites, laminite, poliencfalomalacia e abscesso hepático (Minami *et al.*, 2021; Nagaraja; Lechtenberg, 2007). Minami *et al.* (2021) demonstraram que que altas doses de polpa cítrica pode induzir uma ARSA, caracterizada acúmulo de AGCC, redução do consumo e da ruminação. A ocorrência de abscessos hepáticos (Tabela 2), mesmo que em grau leve, com maior ocorrência para RMP2, juntamente com menor IMS, pode ser em função da maior velocidade de degradação ruminal da polpa cítrica (Sniffen, 1988), levando a casos de ARSA.

Tabela 3 - Concentrações de D-Lactato no soro sanguíneo e morfometria ruminal de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Item	Tratamentos ¹				EPM	P- valor
	RM	RMP1	RMP2	RS		
D-Lactato no soro, μM	183,9	232,8	175,6	120,4	32,4	0,124
Escore de ruminites (ER *)	1,53	1,47	1,42	1,36	0,17	0,923
Quantidade de Papilas (n)	37,67	41,84	43,42	38,36	2,53	0,355
Área média das papilas (cm ²)	0,40	0,35	0,39	0,39	0,03	0,595
Área de superfície absorptiva – ASA (cm ² /cm ² da parede ruminal)	15,48	17,29	17,40	15,56	1,66	0,752
Área de papilas (% da ASA)	93,22	93,66	93,74	93,70	0,61	0,932

¹RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado. *ER - escala de 0 (sem lesões observadas) a 10 (100% da superfície ruminal coberta por lesões) de acordo com Bigham e McManus (1975). EPM – erro padrão da média. P-valor: as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%.

Não se observou diferença para os indicadores de avaliação morfométrica do rúmen. Os ER ficaram abaixo de 2, neste estudo; valores próximos aos encontrados na literatura, em bovinos com dietas com alta inclusão de concentrado (Barducci *et al.*, 2019; Estevam *et al.*, 2020; Parra *et al.*, 2019; Perdigão *et al.*, 2018), o que demonstra baixo índice de lesões ruminais, em uma escala que vai até 10 (Bigham; Mcmanus, 1975). Já os valores encontrados para ASA, neste estudo, são menores que os 23 a 46 cm² encontrados em outras pesquisas (Barducci *et al.*, 2019; Estevam *et al.*, 2020; Parra *et al.*, 2019; Perdigão *et al.*, 2018) com dietas contendo 85% de concentrado na dieta final. De acordo com Melo *et al.* (2013), a ASA é a variável morfométrica do rúmen com maior correlação com a velocidade de absorção de ácidos graxos voláteis (AGVs). Além disso, maiores valores de ASA estão inversamente correlacionados com a espessura da camada de queratina no epitélio ruminal (Estevam *et al.*, 2020; Perdigão *et al.*, 2018). Devido a uma menor motilidade ruminal, em função do baixo nível de FDNpe, acredita-se que o acúmulo de AGVs no rúmen nas dietas experimentais seja maior, o que levaria a uma maior produção de queratina pelo epitélio ruminal, para prevenir lesões e, conseqüentemente, reduzindo a ASA.

4 CONCLUSÕES

O uso de rações fareladas em dietas sem o uso de forragem mostrou-se uma alternativa viável tecnicamente para a terminação de bovinos de corte em confinamento. A substituição parcial do milho moído por polpa cítrica, ou total por sorgo moído, reduziram os indicadores GMD e PCQ. Entretanto, a substituição parcial por polpa cítrica, promoveu eficiências alimentares com base no ganho em carcaça (EA2) semelhantes às observadas nos animais em dietas com apenas milho. As substituições podem ser viáveis economicamente, dependendo dos custos dos ingredientes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990.
- BARDUCCI, R. S. *et al.* Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behaviour and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 247, p. 222–233, 2019. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2018.11.012.
- BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 1943–1953, 1994. DOI: 10.2527/1994.7281943x.
- BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 26, p. 1053–1062, 1975. DOI: 10.1071/AR9751053.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000.
- CARVALHO, J. R. R. *et al.* Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nellore and Angus bulls fed a whole shelled corn diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 2451–2459, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-0162.
- CASTRO, L. P. *et al.* Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 11, p. 9857–9869, 2019. DOI: 10.3168/jds.2019-16559.
- CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 3438–3442, 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8925.
- CLARINDO, R. L. *et al.* Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 902–910, 2008.
- DIAS, A. M. *et al.* Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 45–54, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000100005.
- ESTEVAM, D. D. *et al.* Feedlot performance and rumen morphometrics of Nellore cattle adapted to high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. **Animal**, Cambridge, v. 1, p. 1–10, 2020. DOI: 10.1017/S1751731120001147.

- EWASCHUK, J. B.; NAYLOR, J. M.; ZELLO, G. A. D-lactate in human and ruminant metabolism. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 135, n. 7, p. 1619-1625, Jul. 2005. DOI: 10.1093/jn/135.7.1619.
- GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 4 (Sup. 2), p. E8–E16, 2003. DOI: doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E8x
- GOULART, R. C. *et al.* Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 98, n. 5, maio, 2020. DOI: 10.1093/jas/skaa107.
- GOUVÊA, V. N. *et al.* Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 2, p. 665-677, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-9459.
- HARMON, D. L. *et al.* Net portal absorption of lactate and volatile fatty acids in steers experiencing glucose-induced acidosis or fed a 70% concentrate diet *ad libitum*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 2, p. 560–569, Feb. 1985. DOI: 10.2527/jas1985.602560x.
- HENRIQUE, W. *et al.* Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000200025.
- IGARASI, M. S. *et al.* Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 513-519, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.
- LARRAIN, R. E. *et al.* Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 6, p. 2089-2095, 2009. DOI: 10.2527/jas.2007-0433.
- MARQUES, R. S. *et al.* Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p.339–348, 2016. DOI:10.2527/jas2015-9758
- MELO, L. Q. *et al.* Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1775–1783, 2013. DOI: 10.2527/jas.2011-4999.
- MINAMI, N. S. *et al.* Subacute ruminal acidosis in zebu cattle: clinical and behavioral aspects. **Animals**, Basel, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2021. DOI: 10.3390/ani11010021.
- MOREIRA, F. B. *et al.* Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 4; p. 609-616, 2003. DOI: 10.1590/S1516-89132003000400016.

- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31 p. (Departamento de Zootecnia, Boletim Técnico, 1).
- NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Filadelfia, v. 23, p. 333-350, 2007. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.04.002.
- OWENS, F. N. *et al.* Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998. DOI: 10.2527/1998.761275x.
- PARRA, F. S. *et al.* Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. **Animal Production Science**, v. 59, p. 1858–1867, 2019. DOI: 10.1071/AN18207.
- PEDERSEN, J. F.; MILTON, T.; MASS, R. A. A twelve-hour in vitro procedure for sorghum grain feed quality assessment. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 1, p. 204-208, 2000. DOI: 10.2135/CROPSCI2000.401204X.
- PERDIGÃO, A. *et al.* Effects of restricted vs. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 102, p. 224–234, 2018. DOI: 10.1111/jpn.12681.
- PEREIRA, E. M. *et al.* Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000100026.
- PONTES, L. L. B. *et al.* Avaliação comparativa de metodologias para determinação da área de olho de lombo e gordura em suínos e bovinos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 33, p. 873-877, 2019.
- PRADO, I. N. *et al.* Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000. (Suplemento 1).
- RESENDE JÚNIOR, J. C. *et al.* Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, p. 526–536, 2006. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2006.26469.
- RODRIGUES, A. C. *et al.* Performance, Feeding Behavior and Immune Response in Nellore and Angus × Nellore Steers Fed Whole Shelled Corn Diets with or without Fiber. **Animals**, Basel, v. 12, n. 19, p. 2692, 2022. DOI: 10.3390/ani12192692.
- RODRIGUES, V. C. *et al.* Rendimentos do Abate e Carcaça de Bovinos e Bubalinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 663-671, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000300018.

SCHONE, R. A. *et al.* Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22- 42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 3, p. 548-557, 2017. DOI: 10.5935/1806-6690.20170064

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978. DOI: 10.1214/aos/1176344136.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

SNIFFEN, C. J. Balancing rations for carbohydrates for dairy cattle. In: FEED DEALER SEMINARS, 1988, Cornell. **Anais...** Cornell: Cornell Cooperative Extension, 1988. v. 112, p. 9-19.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

WEISS, C. P. *et al.* Effects of roughage inclusion and particle size on digestion and ruminal fermentation characteristics of beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p. 1707–1714, 2017. DOI: 10.2527/jas.2016.1330.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St. PIERRE, N.R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95–110, 1992. DOI: 10.1016/0377-8401(92)90034-4.

ARTIGO 2 - QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS

ARTICLE 2 - MEAT QUALITY OF STEERS FINISHED BY DIETS WITHOUT FORAGE AND DIFFERENT ENERGY SOURCES

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade da carcaça e pH, cor, composição físico-química e o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem e com diferentes fontes energéticas. Sessenta novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 408 (± 25 kg), foram utilizados em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram adaptados por 21 dias e receberam, por 70 dias, as dietas experimentais compostas por 75% de fontes energéticas e 25% de um concentrado proteico mineral padrão. Os tratamentos diferiram quanto a fonte energética, sendo RM – somente milho moído; RMP1 – 66,7% de milho moído e 33,3% de polpa cítrica; RMP2 – 50% de milho moído e 50% de polpa cítrica; RS – somente sorgo moído. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos (pH final, Cor (CieLab), Perda de Peso por Cozimento (PPC) e Força de Cisalhamento (FC)), composição centesimal (Umidade, Gordura, Proteína, Matéria Mineral e Colágeno Total) e perfil lipídico. Houve diferença ($P < 0,05$) para os parâmetros pH final, PPC, teores de proteína bruta, matéria mineral e umidade. Os ácidos graxos diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os ácidos palmítico (C16:0), miristoleico (C14:1), palmitoleico (C16:1), elaidico (C18:1 ω 9t), ecosatrienóico (C20:3 ω 6 cis8,11,14 e C20:3 ω 3 cis11,14,17), além do somatório daqueles monoinsaturados foram diferentes ($P < 0,05$). A utilização de sorgo moído ou polpa cítrica, como fonte energética, na terminação de bovinos, em substituição ao milho, promoveu alterações nos parâmetros físico-químicos, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne sem alterar a qualidade da carne.

Palavras-chave: Ácidos graxos. Milho. Polpa cítrica. Qualidade da carne. Sorgo.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the carcass quality and pH, color, physicochemical composition and fatty acid profile of the meat of Nelore cattle finished in feedlot, receiving diets without the use of forage and with different energy sources. Sixty Nelore steers, 24 to 30 months of age and average body weight of 408 (± 25 kg), were finished in a completely randomized design. The animals were adapted for 21 days and received, for 70 days, the experimental diets composed of 75% of energy sources and 25% of a standard mineral protein concentrate. The treatments varied the energy source, being RM - ground corn only; RMP1 – 66,7% of ground corn and 33,3% of citrus pulp; RMP2 – 50% of ground corn and 1/2 citrus pulp; RS - ground sorghum only. The physicochemical parameters (final pH, Color (CieLab), Cooking Weight Loss (WCL) and Shear Force (SF)), centesimal composition (Moisture, Fat, Protein, Mineral Matter and Total Collagen) and lipid profile were evaluated. There were difference ($P < 0.05$) for the parameters final pH, WCL, crude protein, mineral matter and moisture content. The fatty acids differed ($P < 0.05$) between treatments for palmitic (C16:0), myristoleic (C14:1), palmitoleic (16:1), elaidic (C18:1 ω 9t), ecosatrienoic (C20:3 ω 6 cis8,11,14 and C20:3 ω 3 cis11,14,17) acids, and the sum of those monounsaturated were different ($P < 0.05$). The use of ground sorghum or citrus pulp as an energy source in finishing cattle, instead of corn, led to changes in the physicochemical parameters, bromatological composition and fatty acid profile of the meat without altering the quality of the meat.

Key words: Fatty acids. Corn. Citrus pulp. Meat quality. Sorghum.

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne de qualidade e a redução dos riscos para a saúde humana são objetivos da indústria, para satisfazer demanda dos consumidores e estimular as vendas. A genética e a nutrição são os principais fatores que influenciam a qualidade da carne de bovino e podem ser alterados durante o sistema de produção (Teixeira *et al.*, 2022). Na Europa e nos Estados Unidos, o preço de uma carcaça é, também, formado pela qualidade da carne. Segundo Dickinson e Bailey (2002), os consumidores destes países estão dispostos a pagarem mais pela carne de acordo com suas características organolépticas e sensoriais.

A carne de bovinos frequentemente é associada ao aumento de doenças cardiovasculares em humanos, em função de níveis maiores de ácidos graxos saturados (SAT) e menores de ácidos graxos poliinsaturados (POL), em comparação com a carne de outras espécies (Scollan *et al.*, 2014; Wood *et al.*, 2008). Entretanto, o perfil dos ácidos graxos, pode ser influenciado pelos componentes da dieta utilizada na terminação dos animais (Bressan *et al.*, 2016). Altos níveis de amido na dieta podem levar a uma rápida redução do pH ruminal (Owens *et al.*, 1998), alterando a biohidrogenação no rúmen e o perfil de ácidos graxos da carne (Jenkins; Harvatine, 2014; Teixeira *et al.*, 2022).

O amido é a principal fonte energética das dietas de confinamento, sendo o milho a fonte primária, onde eventualmente o cereal é substituído por sorgo ou por coprodutos como a polpa cítrica (Silvestre; Millen, 2021). Segundo Henrique *et al.* (2004), a substituição milho moído por polpa cítrica na dieta de bovinos confinados reduz ($P=0,03$) linearmente a espessura de gordura subcutânea (EGS), diferentemente do observado em estudos onde ocorreu a substituição total do milho por sorgo (Clarindo *et al.*, 2008; Igarasi *et al.*, 2008).

A hipótese, neste estudo, é que o milho possa ser substituído pelo sorgo ou pela polpa cítrica, na dieta de bovinos de corte terminados com ração farelada sem o uso de forragem, sem que haja prejuízo à qualidade da carne, assim como do perfil de ácidos graxos. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade da carcaça e pH, cor, composição físico-química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem, com diferentes fontes energéticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no confinamento experimental das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), em Uberaba, Estado de Minas Gerais, Brasil. Todos os procedimentos usando os animais seguiram as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da FAZU. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo o animal a unidade experimental

Para esse estudo foi realizada a avaliação de 60 bovinos da raça Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal inicial de 408 (\pm 25 kg) e peso de abate de 498 (\pm 22 kg). Os animais foram desvermifugados com 5mg/kg de Fembendazol (Panacur[®] - Merck Animal Health) e vacinados contra clostridioses (Poli-Star[®] - Merck Animal Health) e doença respiratória bovina (Fertiguard[®] - Merck Animal Health) 7 dias antes do transporte para o confinamento experimental.

Os animais foram alocados em baias coletivas, com cobertura e piso concretado na área de alimentação. O período experimental foi de 70 dias, precedidos de adaptação às instalações e dietas experimentais. Durante a adaptação, os animais receberam as rações finais misturados com bagaço de cana de açúcar. O percentual inicial de bagaço de cana de açúcar foi de 21% na matéria seca (MS), o qual foi decrescendo três pontos percentuais a cada três dias, sendo totalmente retirado, ao final dos 21 dias e dado início ao período experimental.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram fornecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 07h00 e 15h00. Elas eram compostas por 75% de fontes energéticas e 25% de um concentrado proteico mineral padrão. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 15 repetições, sendo:

RM - ração farelada com 25% de concentrado proteico mineral padrão e 75% de milho integral moído;

RMP1 - ração farelada com 25% de concentrado proteico mineral padrão, 50% de milho integral moído e 25% de farelo de polpa cítrica.

RMP2 - ração farelada com 25% de concentrado proteico mineral padrão, 37,5% de milho integral moído e 37,5% de farelo de polpa cítrica.

RS - ração farelada com 25% de concentrado proteico mineral padrão e 75% de sorgo integral moído.

Tabela 1 - Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações experimentais utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Ingredientes	Composição (% MS)			
	RM	RMP1	RMP2	RS
Milho integral moído	75	50	37,5	-
Farelo de polpa cítrica	-	25	37,5	-
Sorgo Integral moído	-	-	-	75
Concentrado proteico*	25	25	25	25
Proteína bruta	14,0	14,0	14,1	14,1
NNP Equivalente à Proteína ¹	2,3	2,6	2,8	2,0
Fibra em detergente neutro	18,2	21,2	22,7	19,8
Nutrientes Digestíveis Totais ²	80,2	77,7	76,4	76,1
Amido	52,0	35,0	27,0	52,0

MS - Matéria seca; RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; *Concentrado Turbo Total[®], Rações Nutritaurus, Frutal, Minas Gerais, Brasil. Concentrado proteico a base de torta gorda de algodão, ureia pecuária e núcleo mineral vitamínico enriquecido com monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais à base de carvacrol, cinamaldeído, eugenol e oleoresina de pimenta (Activo Premium[®], Grasp, Curitiba, Paraná, Brasil); ¹NNP - Nitrogênio não proteico equivalente à proteína. FDN - Fibra em detergente neutro. ²Estimado de acordo com as equações descritas por Weiss *et al.* (1992).

Ao final do período experimental os animais foram abatidos utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular (Brasil, 2000), seguido de remoção do couro e evisceração, em frigorífico comercial (Barra Mansa Alimentos, Sertãozinho, São Paulo, Brasil). Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24 horas, em temperatura próxima a 2°C. Foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12^a e 13^a costelas da carcaça esquerda que, foram encaminhadas sob refrigeração para a realização das determinações dos parâmetros físico-químicos (pH, cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento), de composição centesimal (proteína, umidade, gordura, matéria mineral e colágeno) e perfil lipídico (ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados), na Universidade Federal de Lavras.

O pH final as 24 horas foi avaliado com o auxílio de um pHmetro, com sonda de penetração (*Hanna Instruments*, Romênia) (Carmo *et al.*, 2017). A cor foi determinada de acordo com sistema de cor CIEL*a*b*, em que L* significa luminosidade, a* significa índice de vermelho e b* significa índice de amarelo. As medidas foram tomadas 24 horas após o abate, utilizando-se um colorímetro (Konica Minolta CM 700, Singapura), com iluminante D65/10°,

calibrado em padrão branco ladrilho. A partir dos valores de a^* e b^* , determinou-se o índice de saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h^*), conforme metodologias de Ramos e Gomide (2017).

A determinação de perda de peso por cozimento foi feita pela metodologia descrita por Ramos e Gomide (2012), sendo expressa em porcentagem do peso inicial, onde as amostras foram envolvidas em papel alumínio e grelhadas em churrasqueira elétrica (Mega Grill; Britânia; Curitiba, Brasil) pré-aquecida a uma temperatura de 72°C (Honikel, 1998). A força de cisalhamento, expressa em kgf/cm^2 , foi avaliada segundo metodologia de Froning e Uijttenboogarte (1988), utilizando uma sonda Warner-Bratzler acoplada a um Texturômetro modelo TA XT-2.

As concentrações de umidade, proteína, extrato etéreo, matéria mineral e colágeno foram determinadas de acordo com o método 2007-04 da AOAC (2007) com uso de infravermelho próximo (FoodScan Meat Analyser TM®, FOSS, Hillerød, Denmark) (Ramos; Gomide, 2007).

A análise da composição dos ácidos graxos da carne foi pelos métodos de extração segundo Folch, Lees e Stanley (1957) e esterificação, segundo Hartman e Lago (1973). A determinação do perfil dos ácidos graxos foi por cromatografia gasosa em cromatógrafo Shimadzu GC 2010 (Agilent Technologies Inc., CA, EUA), utilizando coluna capilar de sílica fundida de 100m de comprimento, diâmetro de 0,25mm e 0,2 μm de espessura do filme Supelco (SP-2560, Bellefonte, PA, EUA). As condições cromatográficas da coluna foram de temperatura inicial de 140°C por cinco minutos; aumentada de 4°C/minuto até atingir 240°C e mantida por 30 minutos, totalizando 60 minutos. A temperatura do injetor foi de 260°C. Hélio foi o gás utilizado como arraste (Faria *et al.*, 2015). A identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio da comparação com os tempos de retenção apresentados pelo cromatograma padrão SupelcoTM37 FAME mix (Supelco Inc., Bellefonte, PA, EUA) e expressos em porcentagem de ácidos graxos totais identificados e posteriormente agrupados em: ácidos graxos saturados (SAT), ácidos graxos monoinsaturados (MON), ácidos graxos poliinsaturados (POL), ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$) e suas conexões (Cruz; Faria, 2019).

Foram estimados os índices de atividades das enzimas $\Delta 9$ -dessaturase^{C16}, $\Delta 9$ -dessaturase^{C18}, elongase^{C16-C18} e de tioesterase^{C16-14}, de acordo com metodologia de Metz *et al.* (2009), onde: índice de atividade $\Delta 9$ -dessaturase^{C14} = [(C14:1) / (C14:1 + C14:0)]; índice de atividade $\Delta 9$ -dessaturase^{C16} = [(C16:1) / (C16:1 + C16:0)]; índice de atividade de $\Delta 9$ -dessaturase^{C18} = 100 [(C18:1 $\omega 9c$) / (C18:1 $\omega 9c$ + C18:0)]; índice de atividade de elongase^{C16-C18} = 100 [(C18:0 + C18:1 $\omega 9c$) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 $\omega 9c$)]; e índice de atividade

de tioesterase^{C16-C14} = $100 [(C16:0) / (C16:0 + C14:0)]$. Foram determinados também os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade, de acordo com metodologia de Ulbricht e Southgate (1991), em que: índice de aterogenicidade (ATERO) = $[4 (C14:0) + C16:0] / (SAT + POL)$ e índice de trombogenicidade (TRMBO) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times MON) + (0,5 \times \Sigma\omega6) + (3 \times \Sigma\omega3) + (\Sigma\omega3 / \Sigma\omega6)]$.

Os dados foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado e os animais foram considerados as unidades experimentais. Todas as variáveis medidas foram testadas para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, quando estes não apresentavam distribuição normal, foram transformados com o PROC RANK do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS. Todos os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA, sendo que as variáveis que apresentaram diferenças significativas a nível de significância de 5% de probabilidade, foram submetidos ao teste de Tukey, para determinar as diferenças entre as médias dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se influência da fonte energética sobre o pH final, a perda de peso por cozimento (PPC) e os percentuais de proteína bruta, umidade e matéria mineral do músculo *Longissimus thoracis* (Tabela 2). Os valores de pH das amostras de carne diferiram ($P<0,001$) entre os tratamentos, observando-se menor valor para RM (5,60) e maior valor para RMP1 (5,67); entretanto, os valores ficaram dentro de uma faixa (5,4 a 5,8) considerada normal (Lage *et al.*, 2014). O pH da carne está associado às reservas de glicogênio muscular e ao estresse pré-abate (Gesteira *et al.*, 2018), sendo normalmente observado maiores níveis de glicogênio e menores valores de pH final na carcaça de animais consumindo dietas com maior nível de grãos (Favaro *et al.*, 2016). Como o manejo pré-abate foi o mesmo, o menor valor de pH da carne pode estar associado ao maior nível de amido no tratamento RM. Francisco *et al.* (2019) observaram decréscimo linear ($P=0,007$) no pH da carne conforme reduziu-se o amido das dietas. A perda de peso por cozimento (PPC) foi pior ($P<0,001$) para a carne dos animais que receberam RMP1 e melhor para os que receberam RM (Tabela 2), estando diretamente correlacionada com o pH da carne. Segundo Oliveira *et al.* (2012), menor valor de PPC está associado a melhores avaliações sensoriais para aparência, maciez e suculência.

As concentrações de proteína bruta (PB), umidade e matéria mineral (MM) diferiram ($P<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2), além de uma tendência para o percentual de gordura; tais valores são próximos aos encontrados em estudo com animais jovens da raça Nelore (Costa *et al.*, 2013; Gesteira *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2020; Van Cleef *et al.*, 2017). Caparra *et al.* (2007) também observaram uma tendência de redução do teor de extrato etéreo borregos, quando da inclusão de 45% de polpa cítrica na dieta, em substituição a grãos de milho, cevada e trigo.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e composição bromatológica do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Item	Tratamentos ¹				EPM	P- valor
	RM	RMP1	RMP2	RS		
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS						
pH final	5,60 ^a	5,67 ^c	5,64 ^b	5,64 ^b	0,01	<0,001
L* ²	40,21	40,13	41,11	41,10	0,47	0,272
a* ³	12,86	12,71	12,21	12,68	0,25	0,305
b* ⁴	12,67	12,96	12,52	12,55	0,25	0,597
c* ⁵	18,06	18,17	17,77	17,72	0,29	0,621
H ⁶	44,38	45,20	45,30	45,17	0,66	0,754
Perda de peso por cozimento (%)	28,87 ^a	36,11 ^b	30,86 ^a	29,58 ^a	1,00	<0,001
Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	7,52	7,03	7,91	7,32	0,30	0,191
COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA						
Colágeno (%)	1,40	1,29	1,33	1,36	0,05	0,504
Proteína bruta (%)	23,89 ^a	24,28 ^a	24,08 ^a	23,34 ^b	0,19	0,005
Gordura (%)	1,55	1,70	1,18	1,49	0,14	0,077
Umidade (%)	71,19 ^c	71,34 ^{bc}	71,97 ^a	71,84 ^{ab}	0,21	0,033
Matéria mineral (%)	3,18 ^a	2,75 ^b	2,81 ^b	3,29 ^a	0,12	0,003

¹MS - Matéria seca; RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; ²Luminosidade (0 = preto e 100 = branco); ³intensidade de vermelho (verde a vermelho); ⁴intensidade de amarelo (azul a amarelo); ⁵Croma (saturação da cor); ⁶Ângulo de tonalidade; EPM - erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Os ácidos graxos saturados (SAT) encontrados em maiores concentrações foram o ácido palmítico - C16:0 (25,0%), ácido esteárico - C18:0 (15,5%) e ácido mirístico - C14:0 (3,0%) (Tabela 3). Proporção semelhante para ácidos graxos foram reportadas por outros pesquisadores (Favaro *et al.*; 2016; Nascimento *et al.*, 2020; Teixeira *et al.*; 2022), em dietas com nível de concentrado acima de 70%. A substituição de 50% do milho por polpa cítrica (RMP2) reduziu ($P=0,018$) o percentual de C16:0 e tendeu a reduzir o C14:0 ($P=0,067$), diferente do observado por Rodrigues *et al.* (2010), onde níveis crescentes de substituição de milho por polpa cítrica não afetaram os principais SAT. Entretanto, essa redução para o C16:0, pode estar ligada a transformação para C18:0, o qual é apenas numericamente maior em RMP2 em relação a RM, porém possui uma maior ($P<0,01$) estimativa de atividade da enzima *elongase*^{C16-C18} (Tabela 4). Não houve diferença ($P>0,05$) nos valores entre tratamentos com milho (RM) e com sorgo (RS) sobre o total e ácidos graxos saturados.

Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos (AG) do músculo *Longissimus thoracis*, expresso em percentagem, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Ácidos Graxos (% do total de AG)	Tratamentos ¹				EPM	P- valor
	RM	RMP1	RMP2	RS		
Saturados (SAT)						
Ácido butírico (C4:0)	0,013	ND	0,033	0,037	0,011	0,074
Ácido capróico (C6:0)	0,050	0,013	0,020	0,021	0,011	0,079
Ácido caprílico (C8:0)	0,017	ND	0,012	0,028	0,010	0,263
Ácido cáprico (C10:0)	0,040	0,024	ND	0,007	0,013	0,146
Ácido láurico (C12:0)	0,323	0,185	0,240	0,292	0,044	0,160
Ácido mirístico (C14:0)	3,179	3,129	2,488	3,217	0,219	0,067
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,379	0,425	0,332	0,399	0,030	0,186
Ácido palmítico (C16:0)	25,372a	25,443a	23,674b	25,594a	0,478	0,018
Ácido heptadecanóico (C17:0)	0,790	0,804	0,773	0,875	0,049	0,477
Ácido esteárico (C18:0)	14,704	16,310	15,852	15,117	0,505	0,119
Ácido araquídico (C20:0)	0,031	0,093	0,090	0,056	0,022	0,165
Ácido eicosenóico (C21:0)	0,212	0,268	0,264	0,223	0,036	0,601
Ácido behênico (C22:0)	0,130	0,047	0,082	0,073	0,029	0,241
Monoinsaturado (MON)						
Ácido miristoleico (C14:1)	0,416a	0,357ab	0,284b	0,406a	0,034	0,035
Ácido pentadecenóico (C15:1 cis10)	0,093	0,028	0,070	0,050	0,021	0,174
Ácido palmitoleico (C16:1)	2,182a	1,734b	1,867b	2,22a	0,106	0,004
Ácido heptadecanóico (C17:1 cis10)	0,603	0,448	0,461	0,539	0,045	0,061
Ácido elaidico (C18:1 ω9t)	1,229b	2,185a	2,382a	1,365b	0,279	0,009
Ácido oleico (C18:1 ω9c)	33,150	29,685	31,835	32,300	0,937	0,070
Ácido eicosenóico (C20:1 cis11)	1,490	0,452	1,010	0,877	0,282	0,088
Poliinsaturado (POL)						
Ácido linoleico (C18:2 ω6c)	11,439	13,384	13,241	11,806	1,026	0,429
Ácido gama-linolênico (C18:3 ω6)	0,038	0,015	0,041	0,036	0,013	0,438
Ácido linolênico (C18:3 ω3)	0,394	0,466	0,515	0,450	0,033	0,087
Ácido eicosadienoico (C20:2 cis11,14)	0,057	0,072	0,097	0,091	0,018	0,380
Ácido ecosatrienóico (C20:3 ω6 cis8,11,14)	0,365b	0,771a	0,698a	0,562ab	0,321	0,029
Ácido ecosatrienóico (C20:3 ω3 cis11,14,17)	0,096a	0,009b	0,035b	0,031b	0,018	0,011
Ácido araquidônico (C20:4 ω6)	2,032	2,254	2,480	2,227	0,252	0,662
Ácido eicosapentanóico (C20:5 ω3 cis5,8,11,14,17)	0,259	0,310	0,253	0,333	0,043	0,491
Ácido docosaexanóico (C22:6 ω3 cis4,7,10,13,16,19)	0,070	0,058	0,043	0,051	0,024	0,876

¹ RM: 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; EPM - erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância;

²ND - não detectado.

Os ácidos graxos monoinsaturados (MON) em maior concentração verificados no presente estudo foram o ácido oleico - C18:1 ω 9c (31,7%), ácido palmitoleico - C16:1 (2,0%) e ácido elaidico - C18:1 ω 9t (1,8%) (Tabela 3) e foram semelhantes aos relatados por outros pesquisadores (Favaro *et al.*, 2016; Gesteira *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2020). A carne dos animais que receberam ração onde a fonte energética era o milho (RM) apresentou maiores ($P<0,05$), em relação aos tratamentos em que parte do milho foi substituído por polpa cítrica, percentuais para os ácidos palmitoleico e miristoleico – C14:1, assim como, tendeu ($P<0,10$) a ter maiores valores para a maioria dos MON, como o ácido oleico, que representa mais de 80% desses. Esse resultado provavelmente é um reflexo dos níveis maiores de MON e POL, presentes no milho em relação a polpa cítrica, segundo Rodrigues *et al.* (2010), onde o milho contém aproximadamente 30 e 17% a mais, de MON e POL, respectivamente. No entanto, a substituição total de milho por sorgo não alterou também os níveis de MON. Observou-se diferença (Tabela 4) entre os somatórios de ácidos graxos monoinsaturados (MON) em função das diferentes fontes energéticas. Os animais que receberam milho e polpa cítrica (RMP1) tiveram menores quantidades de MON, em relação aos tratamentos com milho (RM) e sorgo (RS). Santos-Silva *et al.* (2020), ao substituírem uma dieta com alto teor de amido por uma com alto teor de fibra (inclusão de polpa cítrica e polpa de beterraba desidratadas e casca de soja) e baixo amido, encontraram menores ($P<0,001$) níveis de MON na carne de bovinos.

Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados (POL), as maiores concentrações encontradas foram para os ácidos linoleico - C18:2 ω 6c (12,5%) e araquidônico - C20:4 ω 6 (2,2%), que não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3), além do ácido ecosatrienóico - C20:3 ω 6 (0,6%), que foi maior ($P=0,02$) na carne dos animais que receberam polpa cítrica (RMP1 e RMP2), em relação aos que receberam apenas milho (RM). De acordo com Rodrigues *et al.* (2010), a polpa cítrica apresenta um percentual 5 vezes maior de ácido linolênico – C18:3 em relação ao milho, e propicia um aumento linear ($P=0,02$), na deposição do ácido na carne dos animais, conforme aumenta a substituição de milho por polpa cítrica na dieta. No presente estudo observou uma tendência ($P=0,08$) de aumento do ácido, quando houve a substituição. Raes *et al.* (2004), observaram que dietas ricas em ácido linolênico propiciam maior aumento nos percentuais de ácido linoleico na carne de ruminantes.

Tabela 4 - Somatórios e relações de ácidos graxos e índices enzimáticos do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes fontes energéticas.

Item	Tratamentos ¹				EPM	P- valor
	RM	RMP1	RMP2	RS		
Totais						
Ácidos graxos saturados (SAT)	45,346	46,542	43,858	46,177	0,904	0,170
Ácidos graxos monoinsaturados (MON)	39,657a	34,923b	37,911ab	38,003a	1,085	0,027
Ácidos graxos poliinsaturados (POL)	14,997	17,607	18,231	15,820	1,424	0,348
Ácidos graxos insaturados (INS)	54,655	53,458	56,142	53,823	0,904	0,170
Ômega 6 (ω 6)	14,086	16,638	17,227	14,864	1,372	0,335
Ômega 3 (ω 3)	0,854	0,768	0,906	0,865	0,085	0,723
Relações						
POL/SAT	0,339	0,383	0,422	0,349	0,037	0,374
ω 6/ ω 3	17,836	21,937	18,066	17,896	1,300	0,105
Estimativas de Índices enzimáticos						
Δ 9-dessaturase ^{C14}	11,529	10,623	9,824	10,964	0,860	0,543
Δ 9-dessaturase ^{C16}	7,947a	6,316b	7,250ab	7,675a	0,387	0,023
Δ 9-dessaturase ^{C18}	69,259a	64,508b	66,367ab	68,181a	1,076	0,016
Elongase ^{C16-C18}	63,382a	62,881a	65,034b	62,549a	0,519	0,006
Tiosterase ^{C16-C14}	89,030	89,245	90,601	88,977	0,577	0,159
Aterogenicidade (ATERO)	0,632	0,605	0,546	0,628	0,024	0,059
Trombogenicidade (TROMBO)	1,409	1,557	1,399	1,532	0,056	0,110

¹MS - Matéria seca; RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; EPM - erro padrão da média; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

4 CONCLUSÕES

A utilização de sorgo moído ou polpa cítrica, como fonte energética, na terminação de bovinos, em substituição ao milho, promoveu alterações nos parâmetros físico-químicos, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne sem alterar a qualidade da carne.

O uso do sorgo como fonte energética, em substituição ao milho, foi o responsável pela diferença em algumas características da carcaça e do perfil de ácidos graxos da carne. Já a substituição por polpa cítrica influenciou a EGS e a PPC, além das concentrações de vários ácidos graxos SAT, MON e POL.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 18th ed. Gaithersburg, 2007.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959. doi: 10.1139/o59-099.

BRASIL. Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000.

BRESSAN, M. C. *et al.*; Differences in intramuscular fatty acid profiles among *Bos indicus* and crossbred *Bos taurus* × *Bos indicus* bulls finished on pasture or with concentrate feed in Brazil. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 1, p. 10-21, 2016. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1139478.

CAPARRA, P. *et al.* Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Jefferson City, v. 68, p. 303-311, 2007. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2005.11.015.

CARMO, T. J. *et al.* Carcass characteristics and meat evaluation of Nelore cattle subjected to different antioxidant treatments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 2, p. 138-146, 2017. DOI: 10.1590/S1806-92902017000200009.

CLARINDO, R. L. *et al.* Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 902-910, 2008.

COSTA, D. P. B. *et al.* Meat characteristics of Nelore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 3, p. 183-192, 2013. DOI: 10.1590/S1516-35982013000300006.

CRUZ, F. L.; FARIA, P. B. Perfil lipídico da carne de frangos de corte de diferentes cruzamentos criados em sistema alternativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 2, p. 677-686, 2019. DOI: 10.1590/1678-4162-10168.

DICKINSON, D. L.; BAILEY, D. V. Meat traceability: Are US consumers willing to pay for it? **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 27, n. 2, p.348-364, 2002. DOI: 10.22004/ag.econ.31128.

FARIA, P. B. *et al.* Lipid profile and cholesterol of pork with the use of glycerin in feeding. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 2, p. 535- 546, 2015. DOI: 10.1590/1678-7112.

FAVARO, V. R. *et al.* Carcass traits and meat quality of Nelore cattle fed different non-fiber carbohydrates sources associated with crude glycerin. **Animal**, Cambridge, v. 10, n. 8, p. 1402-1408, 2016. DOI: 10.1017/S1751731116000094.

- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S. A. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, n. 2, p. 479-503, 1957.
- FRANCISCO, A. E. *et al.* Effects of alfalfa particle size and starch content in diets on feeding behaviour, intake, rumen parameters, animal performance and meat quality of growing lambs. **Meat Science**, Barking, v. 161, p. 107964, 2019. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107964.
- FRONING, G. W.; UIJTENBOOGAART, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breastmeat. **Poultry Science**, v. 67, n. 11, p. 1536-1544, 1988. DOI: 10.3382/ps.0671536.
- GESTEIRA, S. M. *et al.* Physicochemical Quality, Fatty Acid Composition, and Sensory Analysis of Nellore Steers Meat Fed with Inclusion of Condensed Tannin in the Diet. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 83, p. 1366-1372, 2018. DOI: 10.1111/1750-3841.14136.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation to fatty acids methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n.6, p. 475-476, 1973.
- HENRIQUE, W. *et al.* Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000200025.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00034-5.
- IGARASI, M. S. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 513-519, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.
- JENKINS, T. C.; HARVATINE, K. J. Lipid feeding and milk fat depression. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 30, n. 3, p. 623-642, 2014. DOI: 10.1016/j.cvfa.2014.07.006.
- LAGE, J. F. *et al.* Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 3, p. 1158-1164, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.10.027.
- METZ, P. A. M. *et al.* Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 3, p.523-531, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000300018.
- NASCIMENTO, F. A. *et al.* Calcium salts of fatty acids with varying fatty acid profiles in diets of feedlot-finished Bos indicus bulls: impacts on intake, digestibility, performance, and carcass and meat characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 98, n. 12, skaa382, 2020. DOI: 10.1093/jas/skaa382.

OLIVEIRA, E. A. *et al.* Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat Science**, Barking, v. 90, p. 28-35, 2012. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.024.

OWENS, F. N. *et al.* Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998. DOI: 10.2527/1998.761275x.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599p.

RODRIGUES, G. H. *et al.* Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo longissimus dorsi de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1346-1352, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000600025.

SANTOS-SILVA, J. *et al.* Effects of a high-fibre and low-starch diet in growth performance, carcass and meat quality of young Alentejana breed bulls. **Meat Science**, Barking, v. 168, e. 108191, 2020. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108191.

SCOLLAN, N. D. *et al.* Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 97, n. 3, p. 384-394, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.015.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

TEIXEIRA, P. D. *et al.* Fatty acid profile and beef quality of Nellore and Angus bulls fed whole shelled corn. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 79, n. 2, e20200273, 2022. DOI: 10.1590/1678-992X-2020-0273.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, Londres, v. 338, p. 985-992, 1991. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91846-m.

Van CLEEF, E. H. C. B. *et al.* Effects of dietary inclusion of high concentrations of crude glycerin on meat quality and fatty acid profile of feedlot fed Nellore bulls. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 12, n. 6, e0179830, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0179830.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St. PIERRE, N. R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992. DOI: 10.1016/0377-8401(92)90034-4.

WOOD, J. D. *et al.* Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019.

**ARTIGO 3 - VIABILIDADE ECONÔMICA DA TERMINAÇÃO DE BOVINOS COM
DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES FONTES DE ENERGIA**

**ARTICLE 3 - ECONOMIC FEASIBILITY OF TERMINATION OF CATTLE WITH
DIETS WITHOUT FORAGE AND WITH DIFFERENT SOURCES OF ENERGY**

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

Objetivou-se analisar a viabilidade econômica da terminação de bovinos da raça Nelore, em confinamento, recebendo dietas com diferentes alimentos concentrados energéticos sem o uso de forragem. Especificamente, pretendeu-se, ainda, identificar os componentes que exerceram maiores representatividades no custo operacional efetivo, bem como estimar e analisar o benefício econômico da substituição do milho por sorgo ou polpa cítrica, em diferentes cenários. Noventa e seis novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32) kg, foram utilizados em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram adaptados por 21 dias e receberam, por 70 dias, uma das dietas experimentais com concentrado proteico mineral padrão e variando as fontes de energia, sendo RM – milho moído; RMP1 – 2/3 milho moído e 1/3 polpa cítrica; RMP2 – 1/2 milho moído e 1/2 polpa cítrica; RS – sorgo moído. Os animais que receberam RMP2 apresentaram menores custos alimentares e operacional efetivo das arrobas produzidas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o benefício econômico (receita com arrobas produzidas menos despesas com alimentação). O uso de rações fareladas em dietas de terminação de bovinos sem o uso de forragem é uma alternativa viável economicamente, por apresentar margem bruta positiva e benefícios econômicos satisfatórios. A substituição parcial do milho moído por polpa cítrica, ou total por sorgo moído, mostraram ser alternativas viáveis economicamente. A substituição de 50% do milho por polpa cítrica propiciou os menores custos alimentares e operacional efetivo das arrobas produzidas.

Palavras-chave: Benefício econômico. Bovinocultura. Custo alimentar. Custo de produção.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the economic viability (EV) of finishing Nelore cattle, in feedlot, receiving diets without the use of forage and with different energy sources. Specifically, it was also intended to identify the components that exerted greater representations in the effective operating cost, as well as to estimate and analyze the economic benefit of replacing corn with sorghum or citrus pulp, in different scenarios. Ninety-six Nelore steers, 24 to 30 months of age and average body weight of 415 (\pm 32) kg, were used in a completely randomized design. The animals were adapted for 21 days and received, for 70 days, one of the experimental diets with standard mineral protein concentrate and varying energy sources, being RM – ground corn; RMP1 – 2/3 ground corn and 1/3 citrus pulp; RMP2 – 1/2 ground corn and 1/2 citrus pulp; RS – ground sorghum. The animals that received RMP2 presented lower feed costs and cost per arroba produced. There was no significant difference between treatments for economic benefit. The use of ground rations in finishing diets without roughage is an economically viable alternative, as it presents a positive gross margin and satisfactory economic benefits. The partial replacement of ground corn by citrus pulp or total by ground sorghum proved to be EV alternatives. The replacement of 50% of corn by citrus pulp provided the lowest feed costs and costs per arroba produced.

Key words: Economic benefit. Cattle breeding. Feed costs. Cost of production.

1 INTRODUÇÃO

A análise econômica da terminação de bovinos em confinamento é fundamental para que o produtor possa conhecer com detalhes sua atividade e utilizar os fatores de produção de maneira inteligente e econômica (Ferrazza *et al.*, 2015). A partir da análise econômica é possível identificar os pontos de estrangulamento e, assim, concentrar esforços gerenciais e tecnológicos, maximizando os lucros ou minimizando os custos (Lopes *et al.*, 2004).

O custo operacional total (COT), proposto por Matsunaga *et al.* (1976), contempla os valores desembolsados pelo produtor, chamados de custo operacional efetivo (COE), acrescidos do custo estimado da mão de obra familiar e da depreciação. Entre as despesas que compõem o COE, em um confinamento de bovinos de corte (Lopes; Magalhães, 2005), a aquisição de animais para engorda (boi magro) é o item de maior relevância, podendo variar de 63% (Ribeiro *et al.*, 2012) a 82% (Demeu *et al.*, 2012), seguido pelas despesas com alimentação, variando de 13% (Demeu *et al.*, 2012) a 30% (Ribeiro *et al.*, 2012). Excluindo-se a aquisição de animais, a alimentação representa entre 70 a 90% do COE e pode ser fundamental para contribuir para o sucesso da atividade. Mesmo quando não se conhece todos os itens que compõem o COT, o produtor pode realizar as avaliações econômicas com as informações principais disponíveis, como receita e custo alimentar, e avaliar o benefício econômico (BE), como proposto por Lopes *et al.* (2012) e utilizado por Lopes *et al.* (2014), Lage *et al.* (2016), Montes *et al.* (2022).

O milho é a fonte primária de energia utilizada em dietas de confinamento (Silvestre; Millen, 2021). Entretanto, o aumento do uso mundial do cereal em diversos setores (Schone *et al.*, 2017) vem contribuindo para os aumentos no preço de mercado, levando cada vez mais a busca por fontes alternativas de energia nas dietas, como o sorgo e a polpa cítrica. Segundo Silvestre e Millen (2021), o sorgo é o principal cereal utilizado no Brasil em substituição ao milho e a polpa cítrica é o segundo coproduto mais utilizado em dietas de confinamento de bovinos de corte.

Entretanto, são escassas as pesquisas que abordam a viabilidade econômica da substituição do milho por outras fontes de energia. Uma das raras exceções, foi a realizada por Ezequiel *et al.* (2006), que avaliaram a substituição do milho por outras fontes de energia, em dietas de terminação com o bagaço de cana de açúcar. Eles verificaram que os valores de desempenho foram semelhantes, quando da substituição de 50% do milho moído por polpa cítrica; enquanto o custo da arroba produzida reduziu 14,7%. Entretanto, são inexistentes

resultados de pesquisas mostrando a viabilidade econômica dessa substituição em dietas de terminação sem forragem.

A hipótese, neste estudo, é que bovinos de corte em confinamento possam ser terminados com ração total farelada, com substituição parcial do milho moído por polpa cítrica ou substituição total por sorgo moído, e propiciar retornos econômicos satisfatórios. Portanto, objetivou-se analisar a viabilidade econômica da terminação de bovinos da raça Nelore, em confinamento, recebendo diferentes fontes energéticas sem o uso de forragem. Especificamente, pretendeu-se, ainda, identificar os componentes que exerceram maiores representatividades no custo operacional efetivo, bem como estimar e analisar o benefício econômico da substituição do milho por sorgo ou polpa cítrica, em diferentes cenários.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A terminação dos animais ocorreu no confinamento experimental das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), em Uberaba, Estado de Minas Gerais, Brasil, no período de setembro a dezembro de 2019. Todos os procedimentos usando os animais seguiram as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da FAZU.

Noventa e seis novilhos da raça Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32) kg foram desvermifugados (Panacur[®] - Merck Animal Health) e vacinados contra clostridioses (Poli-Star[®] - Merck Animal Health) e doença respiratória bovina (Fertiguard[®] - Merck Animal Health) 7 dias antes do transporte para o confinamento experimental. Eles foram confinados em quatro currais de engorda, com capacidade para 24 animais, com cobertura e piso concretado na área de alimentação. Cada curral possuía comedouros automáticos, sendo um para cada oito animais que utilizam o sistema Intergado[®] (Chizzotti *et al.*, 2015). Cada comedouro possui uma estrutura em alumínio que permite o acesso ao alimento de apenas um animal por vez e está apoiado sobre células de pesagem eletrônicas, que permitem o monitoramento automatizado do consumo. Os animais receberam bótons eletrônicos presos a uma das orelhas e o sinal de rádio frequência emitido era captado por antenas localizadas na entrada dos comedouros. Sempre que um animal acessava o comedouro, o sistema eletrônico registrava, por diferença de peso no comedouro (peso entrada – peso saída), o consumo individual de cada animal.

O período de adaptação às instalações e dietas experimentais foi de 21 dias. As dietas de adaptação eram compostas por bagaço de cana de açúcar (21% da matéria seca - MS) misturado a uma das rações fareladas experimentais (79% da MS), sendo que o percentual forragem foi decrescendo três pontos percentuais a cada três dias, até ser totalmente retirado, após 21 dias e dado início ao período experimental.

Os animais receberam, durante 70 dias, *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 07h00 e 15h00, uma das rações experimentais. Essas eram compostas por um concentrado proteico mineral padrão (torta de algodão e núcleo mineral vitamínico com uma associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais), nas inclusões de 25% e 75% de uma das fontes de energia ou misturas delas, sendo:

RM - milho integral moído;

RMP1 - 2/3 de milho integral moído e 1/3 de farelo de polpa cítrica;

RMP2 - ½ de milho integral moído e ½ de farelo de polpa cítrica;

RS - sorgo integral moído.

No início do período experimental, o peso corporal dos animais foi avaliado utilizando-se balança eletrônica (marca Tru-Test[®], modelo EW5) após um período de jejum de água e alimento por 16 horas (Marques *et al.*, 2016). Um abate comparativo foi realizado nesse período, usando oito animais que receberam as mesmas dietas de adaptação, para estimar, por meio de regressão, o peso da carcaça inicial e o cálculo do ganho médio diário da carcaça (GMDc). Ao final do período experimental os animais foram abatidos em frigorífico comercial (Barra Mansa Alimentos, Sertãozinho, São Paulo, Brasil). Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ).

A avaliação econômica foi realizada pela metodologia do custo operacional (Matsunaga *et al.*, 1976), estimando-se o COE e, considerando-se como indicador de rentabilidade a margem bruta (receita menos COE). Os itens que compuseram o COE foram agrupados, conforme adaptação à metodologia de Lopes *et al.* (2003), em: aquisição de animais, alimentação, sanidade e outros itens (diária operacional). Também se fez a avaliação econômica pela metodologia do Benefício Econômico, proposta por Lopes *et al.* (2012), e também utilizada por Lopes *et al.* (2014), Lage *et al.* (2016) e Montes *et al.* (2022). Este foi estimado pela diferença entre a receita obtida com as arrobas produzidas no período e as despesas com alimentação.

A receita foi calculada com base no preço obtido com o abate dos animais em dezembro de 2019 (R\$235,00/@). Para estimar o custo alimentar (preço dos ingredientes da ração mais custo com moagem) utilizou-se o valor real dos ingredientes utilizados para o experimento, sendo R\$608,33/ton de milho (R\$36,50/sc), R\$483,33/ton de sorgo (R\$29,00/sc), R\$360,00/ton de farelo de polpa cítrica, R\$600,00/ton de torta de algodão e R\$2,50/kg de núcleo mineral vitamínico. Tais valores foram os praticados na região de Uberaba, no mês de agosto de 2019. O valor da moagem do milho e do sorgo foi de R\$50,00/ton, sendo que, para o farelo de polpa cítrica não houve a necessidade de passar por moagem. As despesas com as misturas das rações (alimentos energéticos, proteicos e núcleos minerais) e arraçamento não foram computadas no custo alimentar, pois o valor era igual para todas as formulações. Nesta pesquisa, o confinamento experimental teve um custo operacional fixo diário de R\$1,20 por animal, que incluía as despesas de mão de obra com a produção das rações e arraçamento, além dos demais manejos com os animais, aluguel das instalações e equipamentos (bacias, currais e fábrica de ração).

Diversos cenários de variações nos preços dos ingredientes e da arroba do boi gordo foram simulados em planilha eletrônica, desenvolvida especificamente para esse fim, a fim de

estimar a precificação máxima do sorgo e da polpa cítrica, em relação ao preço do milho, para se obter o mesmo valor de benefício econômico (BE = receita com as @ produzidas - custo alimentar), em um confinamento de 90 dias e com os mesmos desempenhos técnicos obtidos nesta pesquisa. Utilizou-se na planilha eletrônica a função Teste de Hipóteses (atingir meta) nas simulações, onde BE do alimento a substituir o milho deveria atingir o mesmo BE do milho, variando apenas o custo do alimento substituto (sorgo ou polpa cítrica). Nos cenários onde o BE, com o uso apenas do milho como fonte de energia (Quadro 1), eram negativos não foram calculadas as relações de precificação para o sorgo ou polpa cítrica na substituição do milho. Também não se calculou, em alguns cenários, a relação polpa cítrica:milho, em função de não ser possível atingir o mesmo valor de BE do milho, ou seja, nem a custo zero a polpa cítrica atingiria o mesmo valor.

Os dados de desempenho e da avaliação econômica foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). As variáveis com respostas de efeitos significativos na análise de variância para os tratamentos foram submetidas ao teste Tukey de comparação de médias, ao nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representatividade dos grupos de itens que compõem o COE estão apresentados na Tabela 1, sendo avaliados dois cenários, considerando ou não a aquisição de animais. Essa divisão justifica-se em função de auxiliar técnicos e produtores a monitorarem as despesas da terminação de bovinos em confinamento, permitindo, assim, uma análise mais detalhada. Os itens com maiores representatividades foram, em ordem decrescente, a aquisição de animais (quando considerada), a alimentação, outros custos e a sanidade. A soma das despesas com aquisição de animais e alimentação foi em média de 96,8%. Nas pesquisas realizadas por Lopes e Magalhães (2005), Demeu *et al.* (2012), Ferrazza *et al.* (2015) e Silva *et al.* (2018), elas também foram superiores a 90% do COE.

Tabela 1 – Representatividade, em %, dos itens que compõem o custo operacional efetivo, da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia.

Item	RM	RMP1	RMP2	RS	Média	EPM	P-valor
Considerando a aquisição de animais							
Aquisição	81,28 ^a	83,50 ^b	84,53 ^c	83,06 ^b	83,18	0,38	<0,001
Alimentação	15,58 ^a	13,25 ^b	12,14 ^c	13,71 ^b	13,58	0,38	<0,001
Sanidade	0,335 ^a	0,345 ^{ab}	0,354 ^b	0,343 ^{ab}	0,34	0,004	0,042
Outros ¹	2,81 ^a	2,90 ^{ab}	2,97 ^b	2,88 ^{ab}	2,89	0,04	0,042
Não considerando a aquisição de animais							
Alimentação	83,09 ^a	79,99 ^b	78,25 ^c	80,72 ^b	80,40	0,47	<0,001
Sanidade	1,80 ^a	2,13 ^b	2,31 ^c	2,05 ^b	2,09	0,05	<0,001
Outros ¹	15,11 ^a	17,88 ^b	19,44 ^c	17,23 ^b	17,51	0,42	<0,001

RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; ¹valor fixo diário de R\$1,20/animal, incluindo mão de obra, aluguel das instalações e equipamentos; EPM - erro padrão da média. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

As despesas com alimentação, sem considerar a aquisição de animais, nesta pesquisa, representaram 80,4% (Tabela 1); enquanto variaram entre 70,6% (Lopes; Magalhães, 2005) e 88,6% (Ferrazza *et al.*, 2015). Como nem sempre existe o desembolso na aquisição de animais, como no caso de pecuaristas que fazem a atividade de recria, e já os possui, é muito importante essa avaliação da representatividade dos componentes do COE, sem a despesa com aquisição dos animais. A variação na representatividade do grupo alimentação, normalmente, ocorre em

função de dois fatores: período de engorda e custo da dieta. No estudo de Demeu *et al.* (2012), a representatividade média, nos anos de 2008 e 2009, da alimentação no COE, ficou em 73,3%, em um período médio de 72 dias e uma dieta a base de cana de açúcar (40%), milho, farelo de soja e torta de algodão. Já no estudo de Lopes e Magalhães (2005), a representatividade foi 70,6%, em um período médio de 90 dias e uma dieta com 40% de forragem (silagem de capim e silagem de milho). No entanto, apesar do período de engorda ser maior, provavelmente o custo da matéria seca da dieta foi menor, pois o concentrado era composto em grande parte por coprodutos (casca de soja, polpa cítrica, raspa de mandioca e girassol). No presente estudo, apesar do período de engorda avaliado ser de apenas 70 dias, a não utilização de alimento forragem na dieta, contribuiu para o aumento das despesas com alimento concentrado. Porém, uma das principais vantagens da engorda sem forragem é a redução de outros custos operacionais efetivos como a mão de obra e combustíveis utilizados no arraçãoamento. Na pesquisa de Demeu *et al.* (2012), que teve um tempo de engorda parecido (72 dias) o somatório dos percentuais desses dois grupos, não considerando aquisição de animais, foi, em média, 24,63%. Tal percentual é superior aos valores médio e máximo observados nesta pesquisa (Tabela 1), sendo as reduções dos percentuais em 7,4 e 5,2 pontos percentuais, respectivamente. Outro efeito positivo do sistema de engorda sem forragem é na redução dos custos com depreciação, como tratores, pás e vagões misturadores, e que impactam no COT; porém, esse não foi avaliado nesta pesquisa.

Houve diferença na representatividade ($P < 0,05$), em percentual, de todos os grupos de despesas que compõem o COE, para as diferentes fontes de energia na ração (Tabela 1), apesar dos valores monetários, em Reais, ter diferido ($P < 0,001$) apenas para a alimentação (Tabela 2). Isto ocorre em função de que a maioria dos itens possui um valor fixo por animal, enquanto que a alimentação é influenciada pela composição da ração e do consumo individual de cada animal. A despesa com alimentação que teve o maior percentual foi para a ração RM, o que fez com que os demais componentes do COE para esse tratamento reduzissem, em comparação aos outros tratamentos. O tratamento RMP2 foi o que teve o menor percentual para alimentação ($P < 0,001$)

Os resultados da avaliação econômica da terminação de bovinos com diferentes fontes energéticas sem o uso de forragem podem ser observados na Tabela 2. Houve diferença estatística ($P < 0,05$) para o COE e despesas com alimentação ($P < 0,01$). A maior receita obtida com a venda dos animais foi no tratamento RM, seguidas por RMP1, RS e RMP2, respectivamente. No presente estudo, a substituição do milho por outro cereal, como o sorgo ou por um coproduto, como a polpa cítrica, reduziu ($P < 0,001$) a despesa com alimentação

(Tabela 2), onde RMP2 foi o menor valor, sendo a diferença de R\$123,75 e 26,5%, em relação ao maior (RM), o que impactou diretamente no COE. Tais valores são expressivos, tanto do ponto de vista zootécnico, quanto de gestão. Houve diferença ($P < 0,05$) para o COE apenas entre os tratamentos RM e RMP2.

Tabela 2 – Avaliação econômica da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia.

Item	RM	RMP1	RMP2	RS	Média	EPM	P-valor
A – Receita ¹ (R\$/animal)	4.715,80	4.631,97	4.555,11	4.609,00	4.628,07	68,75	0,482
B – Custo Operacional Efetivo - COE (R\$/animal)	2.999,30 ^a	2.906,56 ^{ab}	2.837,30 ^b	2.932,27 ^{ab}	2.915,98	37,92	0,046
Aquisição de animais ² (R\$/animal)	2.438,09	2.427,57	2.399,83	2436,63	2.425,68	35,37	0,880
Alimentação (R\$/animal)	467,21 ^a	384,98 ^b	343,46 ^c	401,64 ^b	396,30	11,72	<0,001
Sanidade (R\$/animal)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-	-
Outros ³ (R\$/animal)	84,00	84,00	84,00	84,00	84,00	-	-
C – Margem Bruta - MB (A-B) (R\$/animal)	1.716,49	1.725,42	1.717,81	1.676,73	1.712,09	42,82	0,857
D – Percentual de MB (C/A)	36,31	37,14	37,64	36,38	36,90	0,53	0,219

RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS - 75% sorgo e 25% concentrado; ¹Arroba comercializada a R\$235,00 em dezembro de 2019; ²Arroba do garrote comercializada a R\$175,00 em agosto de 2019; ³Valor fixo diário de R\$1,20/animal, incluindo mão de obra, aluguel das instalações e equipamentos; EPM - erro padrão da média. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

A margem bruta (MB), assim como o percentual da MB em relação à receita, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 2). No entanto, sob o ponto de vista do gestor, o melhor e maior valor de MB para RMP1 deve ser considerado. A diferença entre o maior (RMP1) e menor (RS) valores entre tratamentos foi de 2,9%, o que corresponde a R\$48,69 por animal. Considerando-se os 96 animais utilizados na pesquisa, a MB total do produtor aumentaria em R\$4.674,24.

Em função do período do ano em que ocorra a aquisição do garrote ou boi magro e a comercialização do boi gordo, pode ocorrer uma variação positiva (ágio) ou negativa (deságio), entre o valor da arroba no início do confinamento (aquisição) em relação ao final (venda). Nesta pesquisa, em função de mudança brusca no mercado do boi gordo, houve um deságio (R\$60,00 ou 25,5%) no valor da arroba de aquisição (R\$175,00) em relação ao valor da arroba da receita (R\$235,00). Isto fez com que a margem bruta aumentasse. No entanto, o contrário também pode ocorrer, sendo o mais comum, onde o valor da arroba inicial ser maior que a do final. Essa flutuação, normal do mercado, pode interferir nas avaliações econômicas da atividade zootécnica de engorda. Para isso é interessante uma avaliação econômica apenas do resultado da produção (receita com arrobas produzidas) obtido no período de terminação do confinamento, conforme observado na Tabela 3. Neste caso, avalia-se apenas os principais itens que impactam na atividade, como o custo alimentar e a receita no período (arrobas produzidas), que normalmente são mais fáceis de serem levantados pelos produtores. Para tal avaliação, recomenda a metodologia do Benefício Econômico, proposta por Lopes *et al.* (2012), adequando-a para a terminação de bovinos em confinamento.

Tabela 3 – Avaliação do benefício econômico da terminação de bovinos em confinamento, no ano de 2019, com dieta sem forragem, com diferentes fontes de energia.

Item	RM	RMP1	RMP2	RS	Média	EPM	P-valor
Ganho médio diário da carcaça – GMDc (kg/dia)	0,983	0,906	0,883	0,887	0,913	0,043	0,381
Consumo médio de matéria seca diário - CMS (kg de MS/dia)	8,665a	8,001bc	7,588c	8,614ab	8,173	0,243	0,008
A – Receita com @ produzidas (R\$/animal)	1.077,82	993,89	968,41	972,98	1.000,78		0,381
@ produzidas (@/animal)	4,586	4,229	4,121	4,140	4,261	0,199	0,381
B – Custo alimentar(R\$/animal)	467,21a	384,98b	343,46c	401,64b	396,30	11,72	<0,001
Custo da ração (R\$/ton MS)	770,28	687,41	645,97	666,11	692,44	-	-
C - Benefício Econômico - BE (R\$/animal) (A – B)	610,61	608,91	624,94	571,34	600,79	32,10	0,836
D – Percentual do BE (C/A)	55,81b	59,05ab	63,29a	56,89b	58,85	1,68	0,020
E – Custo alimentar por @ produzida (R\$/@)	103,84b	96,24ab	86,27a	101,32b	96,81	3,98	0,020
F – Percentual custo alimentar (E/Valor venda @)	31,95b	29,61ab	26,54a	31,17b	29,76	1,22	0,020

RM - 75% milho e 25% concentrado; RMP1 - 50% milho, 25% polpa e 25% concentrado; RMP2 - 37,5% milho, 37,5% polpa e 25% concentrado; RS: 75% sorgo e 25% concentrado. EPM - erro padrão da média. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferiram entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Os resultados da avaliação do benefício econômico da terminação de bovinos com diferentes fontes energéticas sem o uso de forragem podem ser observados na Tabela 3. A maior receita obtida com a venda das arrobas produzidas durante o confinamento foi no tratamento RM, seguidas por RMP1, RS e RMP2, respectivamente. As receitas estão diretamente relacionadas com o desempenho dos animais, pois a venda deles para abate representa a principal fonte de receita em confinamento de bovinos de corte (Demeu *et al.*, 2012; Ferrazza *et al.*, 2015; Lopes; Magalhães, 2005; Pacheco *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2018).

A substituição do milho por outras fontes de energia reduziu ($P < 0,001$) o custo alimentar (Tabela 3), bem como o custo da matéria seca da ração. O menor valor por tonelada de matéria seca de ração foi obtido no RMP2, seguido por RS, RMP1 e RM. No entanto, os custos alimentares não seguiram a mesma sequência ($RMP2 < RMP1 < RS < RM$). Apesar da ração RMP1 ser mais cara que a RS (3,2%), o consumo numericamente maior observado na ração com sorgo (7,7%), em relação à ração com substituição de 1/3 do milho por polpa cítrica, contribuiu para aumentar o custo alimentar para a RS.

O benefício econômico, em Reais, não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 1). No entanto, sob o ponto de vista do gestor, o melhor e maior valor para RMP2 deve ser considerado. A diferença entre o maior (RMP2) e menor (RS) valores entre tratamentos foi de 9,4%, o que corresponde a R\$53,60 por animal. Considerando-se os 96 animais utilizados na pesquisa, sendo o desempenho entre os tratamentos muito próximos (4,1@ produzidas por animal) o valor seria de R\$5.145,60 (96 animais x R\$53,60). Essa diferença corresponde a 7.966 kg de ração RMP1, equivalentes a ração utilizada para a engorda de aproximadamente 15 animais, durante 70 dias). O percentual do benefício econômico em relação à receita diferiu entre os tratamentos ($P < 0,05$), diferente do observado no valor em Reais, mostrando a importância das despesas no resultado. Apesar da substituição de 50% do milho por polpa cítrica ter reduzido o desempenho, e conseqüentemente a receita em 10%, em relação à RM, ela teve um efeito maior na redução do custo alimentar, que chegou a ser 26% menor que no tratamento RM. O menor custo da ração com polpa cítrica, aliado a um menor CMS ($P = 0,004$) foi fundamental para a obtenção desse resultado. Já a substituição de milho por sorgo não conseguiu melhorar o benefício econômico. Apesar de reduzir o custo ($P < 0,001$), a redução numérica de desempenho (10%) interferiu no resultado. No entanto, o RS apresentou um BE de 6% inferior a RM; valor considerado aceitável, pois corresponde a R\$571,34 por animal.

Pelas duas metodologias de avaliação econômica (COE e benefício econômico) não foram observadas diferenças significativas, nos valores em Reais, para os indicadores de

rentabilidade margem bruta e benefício econômico. Porém, as diferenças numéricas observadas propiciam algumas diferenças na ordem de rentabilidade dos tratamentos. Ao avaliar o COE, os valores de MB foram $RMP1 < RMP2 < RM < RS$ (Tabela 2). Já para o BE, a sequência decrescente foi RMP2, RM, RMP1 e RS (Tabela 3). Essa diferença, provavelmente, ocorreu em função do valor de aquisição dos animais, onde, mesmo não sendo diferentes ($P=0,88$), numericamente impactaram na margem bruta. Tal fato ressalta a importância de se considerar, também, aspectos referentes à gestão financeira e econômica.

Apesar de existirem diversos estudos avaliando o desempenho zootécnico com a substituição de milho por sorgo (Clarindo *et al.*, 2008; Igarasi *et al.*, 2008, Larrain *et al.*, 2009) ou polpa cítrica (Gouvêa *et al.*, 2016; Henrique *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2007; Prado *et al.*, 2000) em dietas de terminação de bovinos, este trabalho mostrou que a receita com a venda dos animais e o custo alimentar podem mudar a lucratividade da atividade. Assim sendo, nem sempre o maior desempenho ou menor custo irão propiciar os melhores resultados econômicos. É necessário que se encontre uma condição de equilíbrio, para aumentar a receita com a venda dos animais, sem aumentar os custos na mesma proporção. Lopes *et al.* (2008), ao avaliarem o efeito do ganho de peso na rentabilidade do confinamento, observaram redução de 2,89 pontos percentuais na rentabilidade, quando o ganho médio diário aumentou de 1,3 para 1,7 kg/dia. Tais resultados podem ser explicados em função do aumento no custo alimentar, para atingir maiores ganhos diários. A contribuição da alimentação no COE aumentou de 26,42 para 34,47%, para os desempenhos de 1,3 e 1,7 kg/dia, respectivamente.

Para contribuir na escolha dos ingredientes da ração, por técnicos e produtores, foram realizadas diversas simulações (Quadros 1 a 4), compreendendo um intervalo de preços para o milho e a arroba do boi gordo praticados nos últimos cinco anos no Brasil (CEPEA, 2021) e o benefício econômico obtido (Quadro 1). Nas simulações foram considerados os mesmos dados de desempenho (GMDc e CMS) apresentados na Tabela 1. No Quadro 1 estão retratados diversos cenários reais onde, na primeira coluna estão os preços para a arroba do boi gordo e na segunda linha, do milho. Em destaques coloridos estão os BE (benefício econômico) em função das variações dos valores da arroba e do milho. Nas células coloridas, quanto mais intensa for a cor verde, maiores (e melhores) são os BE; na cor vermelha, menores (piores).

Quadro 1 – Benefícios econômicos, em R\$, da terminação de bovinos sem o uso de forragem, considerando o milho como principal fonte de energia, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho.

Valor @ boi gordo (R\$/@)	Valor da saca de 60kg de milho (R\$/saca)					
	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00
	Benefício Econômico (R\$/animal)					
150,00	460,26	243,76	27,26	-189,24	-405,74	-622,24
175,00	607,26	390,76	174,26	-42,24	-258,74	-475,24
200,00	754,26	537,76	321,26	104,76	-111,74	-328,24
225,00	901,26	684,76	468,26	251,76	35,26	-181,24
250,00	1.048,26	831,76	615,26	398,76	182,26	-34,24
275,00	1.195,26	978,76	762,26	545,76	326,26	112,76
300,00	1.342,26	1.125,76	909,26	692,76	476,26	259,76
325,00	1.489,26	1.272,76	1.056,26	839,76	623,26	406,76
350,00	1.636,26	1.419,76	1.203,26	986,76	770,26	553,76

Benefício econômico = receita com a @ produzida - custo alimentar.

Nesta pesquisa, os valores reais utilizados no custo da saca de milho e na arroba comercializada foram de R\$36,50 e R\$235,00, respectivamente. Considerando o período tradicional de 90 dias de engorda, o benefício econômico seria de R\$781,45. Este valor fica próximo aos observados no Quadro 1, para milho a R\$40,00 e arroba entre R\$225,00 e R\$250,00, que, neste caso, foram de R\$684,76 a R\$831,76, respectivamente.

Nos cálculos para estimar o BE, nos diferentes cenários, estimou-se a relação entre os aumentos nos preços da saca de milho e da arroba do boi, para se manter o mesmo BE do cenário anterior ao aumento. A relação encontrada está em 1,841, onde para cada alteração no valor da saca de milho em R\$1,00, o valor da arroba comercializada deve-se alterar em R\$1,841, para se manter o mesmo BE do cenário, conforme equação: $V_a = (M_f - M_i) \times 1,841 + V_i$, onde V_a é o valor alvo da arroba do boi para manter o mesmo BE; M_f é o novo preço da saca de milho; M_i é o valor anterior da saca de milho; V_i é o valor anterior da arroba do boi. Sendo assim, considerando o BE de R\$684,76 (milho a R\$40,00 e @ a R\$225,00), um aumento de R\$40,00 na saca de milho, temos que:

$$V_a = (R\$80 - R\$40) \times 1,841 + R\$225$$

$$V_a = R\$40 \times 1,841 + R\$225$$

$$V_a = R\$73,64 + R\$225 = R\$298,64$$

Tais resultados evidenciam o quanto esse Quadro pode ser útil a técnicos e pecuaristas, auxiliando na tomada de decisões.

Segundo Gonçalves, Borges e Ferreira *et al.* (2009), o sorgo é uma opção à cultura do milho em regiões de clima árido ou sujeitas a veranicos, em função da menor exigência hídrica, o que reduz o risco de perdas, como na segunda safra. No Brasil, ele é o principal cereal utilizado em substituição ao milho (Silvestre; Millen, 2021), tendo valor de mercado em torno de 70 a 90% do preço do milho (CEPEA, 2021).

No Quadro 2 pode-se observar os valores percentuais dos preços do sorgo em relação aos do milho, em que a substituição não altera os benefícios econômicos encontrados na terminação de bovinos apenas com o uso do milho como principal fonte de energia (Quadro 1). Observa-se, no Quadro 2, que os menores preços do milho e os maiores na arroba do boi gordo inviabilizam a utilização do sorgo nas rações, visto que as relações normalmente praticadas, entre os preços de sorgo:milho, ficam entre 75 a 90%. Sendo assim, considerando o valor da arroba de R\$225,00 e o preço da saca de milho a R\$40,00, a relação dos preços sorgo:milho ficaria em 71,71%, ou seja, a utilização do sorgo seria viável caso esse custasse R\$28,68/sc, ou menos. Os aumentos nos preços ocorridos nos últimos dois anos (2020 e 2021) (CEPEA, 2021), tanto no valor do milho, quanto na arroba do boi, favorecem a alternativa de uso do sorgo em substituição ao milho. Vale ressaltar que a produção do sorgo na propriedade com menores custos de produção, ou aquisição no mercado com relação inferior as observadas no Quadro 2, propiciarão benefícios econômicos superiores aos observados com a utilização do milho em cada cenário.

As relações sorgo:milho nos cenários de R\$20,00; 40,00; 60,00; 80,00; 100,00 e 120,00 por saca de milho (Quadro 2), reduzem, em pontos percentuais, em 6,48; 3,24; 2,16; 1,62; 1,30 e 1,08, respectivamente, cada vez que há uma valorização da arroba em R\$25,00. Exemplificando, no cenário de preço da saca de milho a R\$80,00, quando o valor de comercialização da arroba aumenta de R\$250,00 para R\$275,00 (valorização de R\$25,00), o percentual da relação sorgo:milho reduz de 84,53% (R\$67,62) para 82,91% (R\$66,33), ou seja, 1,62 pontos percentuais menor.

Nesta pesquisa, os valores reais das sacas do milho e sorgo, foram, respectivamente, R\$36,50 e R\$29,00, com uma relação sorgo:milho de 79,45%. Com o auxílio do Quadro 2, observa-se que as relações para se manter o mesmo BE do milho, no cenário de milho a R\$40,00 (próximo ao adquirido) e arrobas comercializa entre R\$225,00 a R\$250,00, fica entre 71,71% (R\$28,68/sc) e 68,46% (R\$27,38). A aquisição do sorgo a um valor superior ao da relação (79,45%), fez com que o benefício econômico da substituição fosse menor, apesar de positivo, com visto na Tabela 3.

Quadro 2 – Representatividade do preço do sorgo em relação ao milho, em %, para substituição total como principal fonte de energia na terminação de bovinos sem o uso de forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho.

Valor @ boi gordo (R\$/@)	Valor da saca de 60kg de milho (R\$/saca)					
	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00
	Percentuais do preço do sorgo em relação ao do milho (%)					
150,00	62,26	81,43	87,82			
175,00	55,78	78,19	85,66			
200,00	49,30	74,95	83,50	87,77		
225,00	42,82	71,71	81,33	86,15	89,04	
250,00	36,34	68,46	79,17	84,53	87,74	
275,00	29,86	65,22	77,01	82,91	86,45	88,80
300,00	23,37	61,98	74,85	81,29	85,15	87,72
325,00	16,89	58,74	72,69	79,67	83,85	86,64
350,00	10,41	55,50	70,53	78,05	82,56	85,56

Simulação realizada para obtenção do mesmo benefício econômico (BE = receita com a @ produzida – custo alimentar) da terminação de bovinos com milho. Células em branco representam cenários onde não houve BE positivo para o milho.

De acordo com o Quadro 2, a utilização do sorgo, em comparação ao uso do milho, nos cenários de milho abaixo de R\$60,00, torna-se menos viável, exceto quando há menores preços da arroba do boi gordo, como no cenário de milho a R\$40,00 e arroba a R\$150,00. No entanto, nos cenários onde a saca de milho fica acima de R\$60,00, existe viabilidade econômica da substituição por sorgo, na maioria dos preços de comercialização da arroba (células em cor verde mais intensa no quadro), em função da relação de preços normalmente praticada (sorgo:milho), que ficam entre 75 a 90%.

As relações entre o milho e a polpa cítrica, nas substituições parciais de 1/3 e 1/2 podem ser observadas nos Quadros 3 e 4, respectivamente. Assim como observado no Quadro 2, pode-se utilizar os Quadros das relações polpa cítrica:milho, para verificar a viabilidade do benefício econômico da substituição. No caso desta pesquisa, a substituição de 1/3 do milho por polpa cítrica (RMP1), cujo valor de mercado foi R\$360,00/ton, frente aos R\$608,33 do milho, obteve-se uma relação de 59,18% (R\$360,00/R\$608,33). Utilizando-se do Quadro 3, nos mesmos cenários, com milho a R\$40,00 e arroba do boi gordo a R\$225,00, tem-se que o BE se manteria igual ao do milho (RM), quando a relação polpa:milho for de 69,11% (R\$420,42). Neste exemplo, o valor estimado da polpa cítrica ficou acima do preço de mercado da mesma,

mostrando ser positiva e viável economicamente a substituição de 1/3 do milho por polpa cítrica.

Quadro 3 – Representatividade do preço da polpa cítrica em relação ao milho, em %, para substituição de 1/3 do milho como principal fonte de energia na terminação de bovinos sem forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho.

Valor @ boi gordo (R\$/@)	Valor da saca de 60kg de milho (R\$/saca)					
	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00
	Percentuais do preço da polpa cítrica em relação ao do milho (%)					
150,00	63,38	94,08	104,32			
175,00	46,72	85,76	98,77			
200,00	30,07	77,43	93,22	101,11		
225,00	13,42	69,11	87,67	96,95	102,52	
250,00		60,78	82,12	92,79	99,19	
275,00		52,45	76,57	88,62	95,86	100,68
300,00		44,13	71,02	84,46	92,53	97,90
325,00		35,80	65,46	80,30	89,19	95,13
350,00		27,48	59,91	76,13	85,86	92,35

Simulação realizada para obtenção do mesmo benefício econômico (BE = receita com a @ produzida – custo alimentar) da terminação de bovinos com milho. Células em branco representam cenários onde não houve BE positivo para o milho ou inviabilidade em conseguir o mesmo BE do milho.

A substituição de 1/2 do milho por polpa cítrica (RMP2), nesta pesquisa, apresentou BE maior (Tabela 3) para a polpa cítrica. Observando-se o Quadro 4, nota-se que o percentual, no mesmo cenário anterior de preços da arroba a R\$225,00 e da saca de milho a R\$40,00, ficou em 80,51% (R\$489,76). Neste exemplo, como a aquisição da polpa cítrica foi a um valor menor (R\$360,00), a relação ficou abaixo da faixa do quadro, justificando o maior BE observado, frente ao tratamento RM.

Nos Quadros 3 e 4 observa-se relações maiores a 100%, onde pode-se pagar na polpa cítrica um valor superior ao do milho. Essa relação ocorre em função da redução de consumo da ração causada pela polpa cítrica, demonstrando que uma boa relação entre eficiência alimentar e custo é fundamental para a lucratividade da atividade.

Quadro 4 – Representatividade do preço da polpa cítrica em relação ao milho, em %, para substituição de 1/2 do milho como fonte de energia na terminação de bovinos sem forragem, em diversos cenários de receitas (valor da @ do boi gordo) e preços da saca de milho.

Valor @ boi gordo (R\$/@)	Valor da saca de 60kg de milho (R\$/saca)					
	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00
	Percentuais do preço da polpa cítrica em relação ao do milho (%)					
150,00	78,53	103,26	111,50			
175,00	63,36	95,67	106,44			
200,00	48,20	88,09	101,39	108,04		
225,00	33,04	80,51	96,34	104,25	109,00	
250,00	17,87	72,93	91,28	100,46	105,96	
275,00	2,71	65,35	86,23	96,67	102,93	107,11
300,00		57,77	81,17	92,87	99,90	104,58
325,00		50,18	76,12	89,08	96,86	102,05
350,00		42,60	71,06	85,29	93,83	99,52

Simulação realizada para obtenção do mesmo benefício econômico (BE = receita com a @ produzida – custo alimentar) da terminação de bovinos com milho. Células em branco representam cenários onde não houve BE positivo para o milho ou inviabilidade em conseguir o mesmo BE do milho.

4 CONCLUSÕES

O uso de rações fareladas em dietas de terminação de bovinos sem o uso de forragem pode ser uma alternativa viável economicamente, por apresentar margem bruta positiva e benefícios econômicos satisfatórios.

A substituição parcial do milho moído por polpa cítrica, ou total por sorgo moído, mostraram ser alternativas viáveis técnica e economicamente. A substituição de 50% do milho por polpa cítrica propiciou os menores custos alimentares e operacional efetivo da arroba produzida, além de maiores percentagens de benefício econômico em relação às receitas.

REFERÊNCIAS

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **Preços agropecuários**. 2021. Disponível em: <<https://cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx/>>. Acesso em: 12 out. 2021.

CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 3438–3442, 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8925.

CLARINDO, R. L. *et al.* Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 902-910, 2008.

DEMEU, A. A.; LOPES, M. A.; Barbosa, F. A. Resultados econômicos da terminação de bovinos de corte em confinamento no município de Sete Lagoas - MG. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 69, n. 1, p. 13-22, 2012.

EZEQUIEL, J. M. B. *et al.* Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000700024.,

FERRAZZA, R. A.; LOPES, A. L.; SANTOS, T. K. Análise de rentabilidade da terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso no ano de 2009 na região oeste de Minas Gerais, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayagüez, v. 23, n. 1, p. 37-47, 2015.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412 p.

GOUVÊA, V. N. *et al.* Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 2, p. 665-677, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-9459.

HENRIQUE, W. *et al.* Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000200025.

IGARASI, M. S. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 513-519, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.

LAGE, L. A. *et al.* Economic feasibility of adding sunflower oil to elephant grass-based diets of lactating dairy cows. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 4, p.2313-2320, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2313.

LARRAIN, R. E. *et al.* Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes.

Journal of Animal Science, Champaign, v. 87, n. 6, p. 2089-2095, 2009. DOI: 10.2527/jas.2007-0433.

LOPES, M. A. *et al.* Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 883-892, 2004. DOI: 10.1590/S1413-70542004000400022.

LOPES, M. A. *et al.* Economic viability of feeding dairy cows on diets containing different levels of soybean oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 9, p. 2085-2091, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900017.

LOPES, M. A. *et al.* Efeito do ganho de peso na rentabilidade da terminação em confinamento de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 135-141, 2008. DOI: 10.18539/CAST.V14I1.1897.

LOPES, M. A. Rentabilidade de um sistema de produção de leite tipo B: um estudo de caso com a raça Jersey no Estado de São Paulo. **Revista Economia Rural**, v. 14, n. 1-2, p. 11-16, 2003.

LOPES, M. A. *et al.* Viabilidade econômica da inclusão de óleo de girassol em dieta à base de cana de açúcar para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, p. 3, p. 853-860, 2014. DOI: 10.1590/1678-41626538

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p. 374-379, 2005. DOI: 10.1590/S0102-09352005000300016.

MARQUES, R. S. *et al.* Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p.339–348, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-9758.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.; Toledo, P. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

MONTES, L. F. *et al.* Effect of frequency of proteinenergy supplementation on the performance of Nellore steers during the dry season. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayagüez, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2022.

PACHECO, P. S. *et al.* Análise econômica determinística da terminação em confinamento de novilhos abatidos com distintos pesos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 15, n. 4, p. 420-427, 2014. DOI: 10.1590/1089-6891v15i425747.

PEREIRA, E. M. *et al.* Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000100026.

- PRADO, I. N. *et al.* Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000. (Suplemento 1).
- RIBEIRO, A. D. B. *et al.* Análise econômica da terminação de bovinos de corte em confinamento no sul de Minas Gerais em 2009 e 2010. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 32-43, 2012.
- SCHONE, R. A. *et al.* Resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte (22- 42 dias). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 3, p. 548-557, 2017. DOI: 10.5935/1806-6690.20170064.
- SILVA, G. P.; CONTIN, T. L. M.; SANTOS, A. C. R. Custos de confinamento de bovinos de corte no município de Colômbia, SP. **Revista iPecege**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 7-15, 2018. DOI: 10.22167/r.ipecege.2018.4.7.
- SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

**ARTIGO 4 - DESEMPENHO TÉCNICO E AVALIAÇÃO DA CARÇA DE
BOVINOS TERMINADOS COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES
ADITIVOS**

**ARTICLE 4 - TECHNICAL PERFORMANCE AND CARCASS EVALUATION OF
CATTLE FINISHED WITH DIETS WITHOUT FORAGES AND DIFFERENT
ADDITIVES**

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e as carcaças de bovinos terminados em confinamento com dieta sem forragem e com diferentes associações de aditivos. Noventa e dois novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32 kg), foram utilizados em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram adaptados por 21 dias e receberam, por 71 dias, uma das dietas experimentais que eram compostas por 50% de milho moído, 25% polpa cítrica e 25% de um concentrado proteico com minerais e aditivos. As dietas diferiram pelas associações de aditivos presentes, sendo MOE - monensina sódica + um *blend* comercial de óleos essenciais; MVM – monensina sódica + virginiamicina. Os animais que receberam a associação MOE apresentaram maiores rendimentos das carcaças ($P=0,01$) e rendimentos dos ganhos ($P=0,02$). A ingestão de matéria seca não diferiu entre os tratamentos; no entanto, a eficiência alimentar em relação ao ganho médio diário foi melhor ($P=0,02$) para MVM. A concentração de D-Lactato no soro sanguíneo foi melhor ($P=0,05$) nos animais do MOE ao final da adaptação; no entanto, não se observou diferença ($P=0,16$) durante a metade do período experimental. Menores ($P=0,01$) escores de ruminite e quantidade de papilas foram observados em animais que receberam MVM, embora a área de superfície absorptiva não tenha diferido. A terminação de bovinos com dietas fareladas sem forragem demonstrou ser uma alternativa viável, assim como a substituição de aditivos antibióticos por *blend* comercial de óleos essenciais.

Palavras-chave: Antibióticos. Confinamento. Óleos essenciais. Papilas ruminais. Virginiamicina.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the performance and carcasses of cattle finished in feedlot without forage diet and with different associations of additives. Ninety-two Nelore steers, 24 to 30 months of age and average body weight of 415 (\pm 32 kg), were used in a completely randomized design. The animals were adapted for 21 days and received, for 71 days, one of the experimental diets that consisted of 50% ground corn, 25% citrus pulp and 25% protein concentrate with minerals and additives. The diets differed by the associations of additives present, being MOE - monensin + a blend of essential oils (EO); MVM – monensin + virginiamycin. The animals that received the MOE association had higher dressing percentage ($P=0.01$) and gain yield ($P=0.02$). Dry matter intake did not differ between treatments; however, the feed efficiency in relation to the average daily gain was better ($P=0.02$) for MVM. Blood serum D-Lactate level was lower ($P=0.05$) in the MOE animals at the end of the adaptation; however, no difference was observed ($P=0.16$) during the middle of the experimental period. Lower ($P=0.01$) ruminitis score and number of papillae were observed in animals that received MVM, although the absorptive surface area did not differ. The finishing of cattle with ground diets without forage proved to be a viable alternative, as well as the replacement of antibiotic additives by a blend of EO.

Key words: Antibiotics. Feedlot. Essential oils. Rumen papillae. Virginiamycin.

1 INTRODUÇÃO

As dietas utilizadas nos confinamentos brasileiros têm sofrido mudanças, com aumento na proporção de concentrado e redução da inclusão de forragens na sua composição (Silvestre; Millen, 2021). Apesar do uso de fonte de fibra na dieta melhorar a fermentação ruminal, proporcionando maior tempo de ruminação (Weiss *et al.*, 2017) e a manutenção do nível adequado do pH (Nagaraja; Lechtenberg, 2007), níveis mais baixos de forragens, além de facilitar o manejo do confinamento, propiciam melhorias na eficiência alimentar (Carvalho *et al.*, 2016; Weiss *et al.*, 2017).

Em estudo com consultores em nutrição animal no Brasil, Silvestre e Millen (2021) reportaram que a inclusão média de volumoso é de 16,7% da matéria seca (MS) da dieta total. Diversos grupos de pesquisas veem estudando, ao longo dos anos, o desempenho de bovinos em fase de terminação com diferentes níveis de inclusão de concentrados (Bartle; Preston; Miller, 1994; Goulart *et al.*, 2020), chegando até retirar totalmente as forragens, como no sistema de engorda com milho grão inteiro (Carvalho *et al.*, 2016; Dias *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2016).

Espera-se que animais recebendo dietas com alto concentrado apresentem maior consumo e desempenho. Porém, essas dietas podem levar a um aumento da fermentação ruminal e acúmulo de produtos finais da fermentação, causando queda no pH ruminal (Owens *et al.*, 1998). A redução do pH ruminal pode alterar a microbiota ruminal e causar distúrbios metabólicos, além de alterações nos padrões de alimentação e ruminação, redução no consumo e no desempenho do animal (Carvalho *et al.*, 2016).

Neste sentido, várias estratégias têm sido utilizadas para evitar a queda no pH ruminal e seus efeitos negativos, como a utilização de aditivos como antibióticos ionóforos (Lana; Russell, 1997; Heker Júnior *et al.*, 2018; Meschiatti *et al.*, 2019) e não ionóforos (Heker Júnior *et al.*, 2018), além de compostos naturais como óleos essenciais (Heker Júnior *et al.*, 2018; Meschiatti *et al.*, 2019), cuja utilização vem crescendo mais recentemente. Tais alimentos são incluídos na dieta com o objetivo de modular a fermentação ruminal, reduzindo a população de microrganismos indesejáveis, aumentando a eficiência alimentar, além de manter o pH ruminal com valores mais estáveis (Lana; Russell, 1997). Em 2006, A União Europeia banuiu a utilização de antibióticos como promotores de crescimento animal (Millet; Maertens, 2011), o que fez aumentar mais o desenvolvimento de novas tecnologias para substituição dos antibióticos, mantendo o desempenho e saúde animal (Campolina *et al.*, 2021; Nehme *et al.*, 2021).

A hipótese, neste estudo, é que bovinos de corte possam ser terminados com bom desempenho ingerindo ração farelada sem o uso de forragem e que um *blend* comercial de óleos essenciais possa substituir a virginiamicina, em associação com a monensina sódica, e promover níveis de desempenho satisfatórios. Portanto, objetivou-se avaliar indicadores desempenho técnico, saúde ruminal e qualidade da carcaça em bovinos da raça Nelore terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no confinamento experimental das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), em Uberaba, Estado de Minas Gerais, Brasil. Todos os procedimentos usando os animais seguiram as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da FAZU.

Noventa e dois novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio de 415 (\pm 32 kg) foram desvermifugados com 5mg/kg de Fembendazol (Panacur[®] - Merck Animal Health) e vacinados contra clostridioses (Poli-Star[®] - Merck Animal Health) e doença respiratória bovina (Fertiguard[®] - Merck Animal Health) 7 dias antes do transporte para o confinamento experimental.

Os animais foram confinados em quatro baias coletivas, com capacidade para 24 animais, com cobertura e piso concretado na área de alimentação. Cada baia possuía três comedouros e um bebedouro automáticos, equipados com balanças e que utilizavam o sistema Intergado[®] (Chizzotti *et al.*, 2015), onde o consumo de cada animal foi registrado individualmente, por meio de bóton eletrônico presente na orelha dos animais, cuja leitura foi realizada por antenas localizadas na entrada dos comedouros e dos bebedouros.

O período de adaptação dos animais às instalações e dietas experimentais foi de 21 dias, onde receberam as rações experimentais misturadas ao volumoso bagaço de cana de açúcar. O percentual inicial de volumoso foi de 21% na matéria seca (MS), o qual foi decrescendo três pontos percentuais a cada três dias, até ser totalmente retirado, após 21 dias e dado início ao período experimental.

Os animais receberam, durante 71 dias, *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 07h00 e 15h00, uma das rações experimentais:

MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais (carvacrol, cinamaldeído, eugenol e oleoresina de pimenta);

MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina.

Tabela 1 - Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Ingredientes	Composição (% MS)	
	MOE	MVM
Milho integral moído	50	50
Farelo de polpa cítrica	25	25
Concentrado proteico ¹	25	25
Proteína bruta	14,5	14,5
NNP Equivalente à Proteína	2,6	2,6
Extrato Etéreo	4,0	4,0
Fibra em detergente neutro - FDN	19,7	19,7
NDT	77,0	77,0
Amido	35,0	35,0
<i>Blend</i> comercial de óleos essenciais ² (mg/kg MS)	150,0	-
Monensina ³ (mg/kg MS)	32,0	32,0
Virginiamicina ⁴ (mg/kg MS)	-	27,0

MS - Matéria seca; MOE - Ração farelada com milho, farelo de polpa cítrica e concentrado proteico enriquecido com monensina sódica e *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - Ração farelada com milho, farelo de polpa cítrica e concentrado proteico enriquecido com monensina sódica e virginiamicina; ¹Concentrado Turbo Total[®], Rações Nutritaurus, Frutal, Minas Gerais, Brasil. Concentrado proteico a base de torta gorda de algodão, ureia pecuária e núcleo mineral vitamínico; NNP - Nitrogênio não proteico equivalente à proteína; NDT - Nutrientes digestíveis totais estimado de acordo com as equações descritas por Weiss *et al.* (1992); ²Activo Premium[®], Grasp, Curitiba, Paraná, Brasil. *Blend* comercial dos óleos essenciais à base de cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol; ³Bovensin[®] 200, Phibro Animal Health, Guarulhos, São Paulo, Brasil; ⁴V-Max 50[®], Phibro Animal Health, Guarulhos, São Paulo, Brasil

No dia 0 e no dia 71 o peso corporal foi avaliado utilizando-se balança eletrônica (marca Tru-Test[®], modelo EW5) após um período de jejum de água e alimento por 16 horas (Marques *et al.*, 2016). Tais dados foram usados para calcular o peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD) e o rendimento da carcaça (RC). A eficiência alimentar (EA1) foi calculada dividindo o GMD pela ingestão diária de matéria seca (IMS). O consumo individual de ração na matéria natural (MN) para cada animal foi obtido pelo sistema Intergado[®] e a determinação da matéria seca das rações experimentais foi feita em estufa a 105°C por 12 h, sendo realizadas amostragens semanais.

A avaliação do comportamento ingestivo foi realizado com o auxílio do sistema Intergado[®], onde avaliou-se a variação diária no consumo de matéria seca.

As análises bromatológicas das rações e sobras amostradas semanalmente foram realizadas de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990) para Cinzas (método 924.05), Proteína Bruta (método 920.87), Umidade (método 934.01) e Extrato Etéreo (método 920.85); enquanto que a fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Van Soest *et al.* (1991).

Ao final da adaptação e aos 42 dias do período experimental foram coletadas amostras na veia coccígea, para mensurar as concentrações de D-Lactato, utilizando tubos comerciais (*Vacutainer*, 10 mL; *Becton Dickinson, Franklin Lakes*, EUA) sem heparina sódica para soro sanguíneo. Após formação do coágulo, as amostras foram centrifugadas para a completa obtenção do soro. As amostras de soro foram armazenadas à -80°C no mesmo dia da coleta. A mensuração dos níveis de D-Lactato foi realizada pelo kit comercial (MAK058 para D-Lactato *Colorimetric Assay Kit* - MAK058 para D-Lactato, *Sigma-Aldrich*, St. Louis, EUA) e as leituras realizadas em leitor de espectrofotômetro *Multiskan GO*[®] (*Thermo Scientific, Waltham*, EUA).

Um abate comparativo foi realizado no início do período experimental usando oito animais que receberam a mesma dieta de adaptação para estimar nos demais animais, por meio de regressão, o peso da carcaça inicial, cálculo do ganho médio diário da carcaça (GMDc), a eficiência alimentar (EA2) com base no GMDc e o rendimento do ganho (RG). Os dados de peso da carcaça quente inicial (PCQi) para cada animal foi calculado usando a regressão: $PCQi = (0,499 \times PVI) + 23,65$, gerada com os dados dos oito animais abatidos.

Ao final do período experimental os animais foram abatidos utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular (Brasil, 2000), seguido de remoção do couro e evisceração em frigorífico comercial (Barra Mansa Alimentos, Sertãozinho, São Paulo, Brasil). Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ), sendo identificadas e levadas à câmara de resfriamento por 24 horas, em temperatura próxima a 2°C. O PCQ foi utilizado para calcular o RC (RC = peso vivo após jejum alimentar e hídrico de 16 horas / peso da carcaça quente) (Rodrigues *et al.*, 2003).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) foram avaliados 24 h após o abate. As medidas na carcaça fria foram realizadas no músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12^a e 13^a costelas, sendo a EGS a $\frac{3}{4}$ da borda medial no lado esquerdo com auxílio de um paquímetro graduado e a AOL na secção transversal do músculo, determinada com o auxílio de uma folha de papel vegetal, onde a área do músculo é contornada sobre o papel e posteriormente mensurada com auxílio de um software de imagem (ImageJ) (Moreira *et al.*, 2003; Müller, 1987; Pontes *et al.*, 2019). O pH final também foi avaliado com

o auxílio de um pHmetro, com sonda de penetração (*Hanna Instruments*, Romênia) (Carmo *et al.*, 2017).

No dia do abate, logo após a evisceração, a superfície interna do rúmen foi avaliada por completo em busca de lesões ruminais e anormalidades de acordo com Bigham e McManus (1975), com uma escala de 0 (0% de lesões observadas) a 10 (100% da superfície ruminal coberta por lesões e anormalidades). Também foi coletada uma amostra de 1 cm² do saco cranial e armazenada em álcool 70%. As avaliações morfométricas foram realizadas de acordo com Resende Júnior *et al.* (2006).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo o animal a unidade experimental e o peso vivo inicial utilizado como covariável para as características de desempenho e características da carcaça. Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). O D-Lactato foi analisado como medida repetida no tempo usando, também, o procedimento MIXED do SAS. A estrutura de covariância foi escolhida de acordo com o critério de informação bayesiano (Schwarz, 1978), comparando quatro estruturas de covariância para cada variável (simetria composta, ordem auto regressiva, ordem auto regressiva heterogênea e não estruturada), sendo que a estrutura que gerou o menor critério de informação bayesiano foi escolhida. O procedimento LSMEANS do SAS foi utilizado para calcular as médias ajustadas para os tratamentos. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $P \leq 0,05$ e tendências foram discutidas quando $0,05 < P \leq 0,10$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho e características da carcaça podem ser observados na Tabela 2. O PVF e o GMD tenderam a ser maior ($P < 0,10$) para animais que receberam a ração farelada sem o uso de forragem e com a associação de monensina e virginiamicina (MVM); semelhante ao observado por Heker Júnior *et al.* (2018) em dietas com 50% de forragem. No entanto, não se encontrou diferença significativa ($P > 0,10$) para PCQ e GMDc entre os tratamentos, divergindo do observado por Heker Júnior *et al.* (2018), onde a associação com virginiamicina levou a um maior GMDc ($P < 0,05$). Isso se deve ao maior RC ($P = 0,009$) e RG ($P = 0,018$) observados nos animais que receberam a ração com a associação de monensina com um *blend* de óleos essenciais (MOE); o que não foi observado na pesquisa de Heker Júnior *et al.* (2018). O maior RG no tratamento MOE demonstra maior transformação do ganho de peso em componente carcaça quando se utiliza a associação de monensina com *blend* de óleos essenciais, em comparação à monensina com virginiamicina.

A ingestão de matéria seca, em relação ao peso corpóreo médio, apresentou valor ao redor de 1,75%, que ficou abaixo dos normalmente encontrados na literatura (Carvalho *et al.*, 2016; Goulart *et al.*, 2008), ao redor de 2,4%, para animais da raça Nelore em dietas com uso de forragens. No entanto, esse valor se aproxima dos consumos observados em outros sistemas de engorda sem o uso de forragem, como no sistema de milho grão inteiro, onde foram observados 1,68% (Carvalho *et al.*, 2016), 1,70% (Dias *et al.*, 2016) e 1,96% (Marques *et al.*, 2016). A menor IMS pode ser explicada devido ao menor pH ruminal observado com dietas sem uso de forragens (Carvalho *et al.*, 2016), que ativam quimiorreceptores na parede muscular do rúmen-retículo (Furlan *et al.* 2006), diminuindo a motilidade do rúmen-retículo. A menor concentração de fibra fisicamente efetiva (FDNpe) nas dietas sem forragem também reduz a taxa de passagem da dieta, em função de menor motilidade ruminal, influenciando na IMS, em comparação à dietas com forragens (Contadini *et al.*, 2017; Marques *et al.*, 2016). Outro fator que pode explicar a menor IMS com dietas sem o uso de forragem é a flutuação diária da IMS ao logo do período experimental. Segundo Schwartzkopf-Genswein *et al.* (2004), variações na IMS acima de 10% propiciam maior variação no pH ruminal. No presente estudo, a variação média observada foi de 17,5%, não sendo observado diferença entre os tratamentos ($P = 0,207$).

Tabela 2 - Desempenho técnico e características da carcaça de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Item	Tratamentos ¹			P- valor
	MOE	MVM	EPM	
Desempenho				
Peso Vivo Inicial (PVI), kg	412,7	418,3	4,89	0,424
Peso Vivo Final (PVF), kg	503,7	513,4	4,07	0,098
Ganho Médio Diário (GMD), kg	1,249	1,385	0,06	0,098
GMD em Carcaça (GMDc), kg	0,922	0,952	0,04	0,560
Ingestão de Matéria Seca (IMS), kg	7,992	8,228	0,21	0,439
Ingestão de Matéria Seca (IMS), %PV	1,742	1,768	0,05	0,660
Eficiência Alimentar 1 (EA1), g/kg	155,6	169,0	4,15	0,025
Eficiência Alimentar 2 (EA2), g/kg	113,0	113,8	3,06	0,847
Características da Carcaça				
Peso da Carcaça Quente (PCQ), kg	296,0	298,1	2,60	0,560
Peso da Carcaça Quente inicial (PCQi) ² , kg	232,4	229,6	2,44	0,424
Rendimento da Carcaça (RC), %	58,87	57,95	0,24	0,009
Rendimento do Ganho (RG ³), %	74,74	68,73	1,76	0,018
pH	5,66	5,67	0,00	0,940
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS), mm	2,69	2,72	0,20	0,919
Área de Olho de Lombo (AOL), mm ²	76,26	79,32	1,47	0,153
Abscesso hepático, %	4,34	2,17	-	-

¹MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina; P-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%; EA - calculada usando o GMD/IMS; EA2 - calculada usando o GMDc/IMS; ²PCQi - estimado utilizando a equação: $PCQi = (0,499 \times \text{peso vivo inicial}) + 23,65$; ³RG - calculado usando o GMDc/GMD;

A EA1 observada neste estudo apresentou valores iguais ou melhores aos 137 g/kg observado por Carvalho *et al.* (2016) e 146 g/kg encontrado por Marques *et al.* (2016). A EA2 com base no ganho da carcaça também foi superior (113 vs 107) à observada na pesquisa de Carvalho *et al.* (2016). O tratamento MVM apresentou EA1 melhor ($P=0,009$) em relação ao MOE; porém, não se observou diferença ($P>0,10$) quando calculada com base no GMDc (EA2). A diferença em EA1 também foi encontrada por Heker Júnior *et al.* (2018); porém, em uma amplitude bem maior (134 vs 160), onde a associação de monensina com virginiamicina apresentou resultados melhores para eficiência alimentar ($P<0,05$). No entanto, no estudo de

Heker Júnior *et al.* (2018) utilizou-se dietas com inclusão de 50% de forragem na MS e doses menores de monensina (200 ppm).

Não foram observadas diferenças ($P < 0,10$) para as características da carcaça, como pH, EGS e AOL (Tabela 2). Os valores observados para AOL, 76 e 79 mm², nos tratamentos MOE e MVM, respectivamente, são similares ao valor de 77 mm² encontrado por Marques *et al.* (2016). Já os valores de EGS do presente estudo, ao redor de 2,7mm, são inferiores àqueles de 3,5 e 4,4 mm observados por Carvalho *et al.* (2016) e Marques *et al.* (2016), respectivamente. Possivelmente o NDT inferior da dieta deste estudo (77%), em função da inclusão de polpa cítrica, em relação aos valores das dietas dos estudos de Carvalho *et al.* (2016) e Marques *et al.* (2016), 82 e 81%, respectivamente, contribuiu para que ocorresse uma menor deposição de gordura subcutânea. No entanto, a substituição de 33% do milho por polpa cítrica, em relação às dietas com milho grão inteiro, não prejudicou os demais indicadores de desempenho e características da carcaça, como apresentados anteriormente.

As concentrações de D-Lactato presentes no soro sanguíneo, coletados ao final da adaptação e ao longo do período experimental, estão apresentados na Tabela 3. O D-Lactato presente no sangue, oriundo principalmente da fermentação ruminal, normalmente é utilizado com indicador de acidose ruminal, por ser metabolizado mais lentamente pelos tecidos, em comparação ao L-Lactato produzido em outros locais fora do rúmen (Ewaschuk; Naylor; Zello, 2005; Harmon *et al.*, 1985).

Tabela 3 - Concentração de D-Lactato no soro sanguíneo, em μM , de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

	MOE	MVM	<i>P</i> -valor
Dia 1	195	262	0,054
Dia 42	233	302	0,158
<i>P</i> -valor	0,086	0,344	

MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina; *P*-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%;

Observou-se diferença ($P=0,05$) nas concentrações de D-Lactato ao final da adaptação, sendo o melhor valor observado para o tratamento MOE. A menor concentração de D-Lactato provavelmente ocorreu devido a uma IMS mais estável para MOE ou a uma maior IMS para MVM, durante o período de adaptação, onde os animais receberam forragem de forma decrescente. Estudos mais específicos para esse período são necessários para confirmar as

hipóteses. Durante o período experimental o tratamento MOE tendeu ($P < 0,10$) a aumentar a concentração do D-Lactato, em comparação ao dia inicial, ficando com níveis mais próximos ao do tratamento MVM, o qual não teve diferença entre as coletas.

As concentrações de D-Lactato variaram entre 195 a 302 μM (Tabela 3). Esses valores são bem superiores aos encontrados com dietas de vaca leiteiras, onde o teor de FDNpe é bem maior, normalmente encontrando valores ao redor de 50-80 μM (Castro *et al.*, 2019). Porém, se aproximam dos 140 μM encontrado por Harmon *et al.* (1985), com dieta com 70% de concentrado, e entre 100-160 μM encontrados por Rodrigues *et al.* (2022), com dietas de confinamento com milho grão inteiro. Os maiores valores encontrados no presente estudo devem-se, provavelmente, à taxa de degradação do amido em função do processamento do grão e ao nível de concentrado da dieta. Apesar disso, esses valores estão bem abaixo dos níveis de 5 mM (5.000 μM) encontrados por Harmon *et al.* (1985) em animais com acidose ruminal aguda, demonstrando que ambas as associações de aditivos foram eficazes em controlar o pH ruminal.

Os resultados da avaliação morfométrica do rúmen estão apresentados na Tabela 4. Observou-se diferença no escore de ruminites (ER) ($P = 0,002$), sendo esse maior para o tratamento MOE, sendo a associação de monensina com virginiamicina mais efetiva na prevenção de ruminites. No entanto, ambos os tratamentos apresentaram valores próximos aos encontrados na literatura, em bovinos com dietas com alta inclusão de concentrado, que variam o ER entre 0,57 a 2,0 (Barducci *et al.*, 2019; ; Estevam *et al.*, 2020; Parra *et al.*, 2019; Perdigão *et al.*, 2018), o que demonstra baixo índice de lesões ruminais em uma escala que vai até 10 (Bigham; Mcmanus, 1975).

Apesar da quantidade de papilas ter sido maior para o tratamento MOE, a área de superfície absorptiva (ASA) não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,10$). Os valores encontrados para ASA, neste estudo, são menores que os 23 a 46 cm^2 encontrados em outras pesquisas (Barducci *et al.*, 2019; ; Estevam *et al.*, 2020; Parra *et al.*, 2019; Perdigão *et al.*, 2018) com dietas contendo 85% de concentrado na dieta final. De acordo com Melo *et al.* (2013), a ASA é a variável morfométrica do rúmen com maior correlação com a velocidade de absorção de ácidos graxos voláteis (AGVs). Além disso, maiores valores de ASA estão inversamente correlacionados com a espessura da camada de queratina no epitélio ruminal (Estevam *et al.*, 2020; Perdigão *et al.*, 2018). Devido a uma menor motilidade ruminal em função do baixo nível de FDNpe, acredita-se que o acúmulo de AGVs no rúmen, nas dietas experimentais, seja maior, o que levaria a uma maior produção de queratina pelo epitélio ruminal, para prevenir lesões e, consequentemente, reduzindo a ASA.

Tabela 4 - Morfometria ruminal de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Item	Tratamentos ¹			<i>P</i> - <i>valor</i>
	MOE	MVM	EPM	
Escore de ruminites (ER*)	1,46	1,05	0,09	0,002
Quantidade de Papilas (n)	41,85	35,62	1,68	0,011
Área média das papilas (cm ²)	0,35	0,39	0,02	0,285
Área de superfície absorptiva – ASA (cm ² /cm ² da parede ruminal)	17,30	15,22	1,23	0,236
Área de papilas (% da ASA)	93,67	92,88	0,50	0,269

¹MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina. *ER - escala de 0 (sem lesões observadas) a 10 (100% da superfície ruminal coberta por lesões) de acordo com Bigham e McManus (1975). EPM – erro padrão da média. *P*-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%.

4 CONCLUSÕES

O uso de rações fareladas em dietas sem o uso de forragem é uma alternativa viável para a terminação de bovinos de corte em confinamento, pois apresentou indicadores de desempenho semelhantes aos observados em outros sistemas de engorda com e sem forragem. A utilização de um *blend* comercial de óleos essenciais, associado ao antibiótico ionóforo monensina sódica, mostrou ser eficiente em substituição à associação de monensina ao antibiótico não ionóforo virginiamicina, apresentando, assim, uma alternativa para a redução do uso de antibióticos em sistema de produção de bovinos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990.
- BARDUCCI, R. S. *et al.* Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behaviour and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 247, p. 222–233, 2019. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2018.11.012.
- BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 1943–1953, 1994. DOI: 10.2527/1994.7281943x.
- BIGHAM, M. L.; McMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 26, p. 1053–1062, 1975. DOI: 10.1071/AR9751053.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000.
- CAMPOLINA, J. P. *et al.* Effects of a blend of essential oils in milk replacer on performance, rumen fermentation, blood parameters, and health scores of dairy heifers. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 16, n. 3, p. e0231068, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0231068.
- CARMO, T. J. *et al.* Carcass characteristics and meat evaluation of Nelore cattle subjected to different antioxidant treatments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 2, p. 138–146, 2017. DOI: 10.1590/S1806-92902017000200009.
- CARVALHO, J. R. R. *et al.* Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nellore and Angus bulls fed a whole shelled corn diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p. 2451–2459, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-0162.
- CASTRO, L. P. *et al.* Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, n. 11, p. 9857–9869, 2019. DOI: 10.3168/jds.2019-16559.
- CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 3438–3442, 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8925.
- CONTADINI, A. M. *et al.* Roughage levels impact on performance and carcass traits of finishing Nellore cattle fed whole corn grain diets. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 49, n. 8, p. 1709–1713, 2017. DOI: 10.1007/s11250-017-1381-x.

DIAS, A. M. *et al.* Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000100005.

ESTEVAM, D. D. *et al.* Feedlot performance and rumen morphometrics of Nelore cattle adapted to high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. **Animal**, Cambridge, v. 1, p. 1-10, 2020. DOI: 10.1017/S1751731120001147.

EWASCHUK, J. B.; NAYLOR, J. M.; ZELLO, G. A. D-lactate in human and ruminant metabolism. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 135, n. 7, p. 1619-1625, Jul. 2005. DOI: 10.1093/jn/135.7.1619.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal**. In: T. T. Berchielli, editor, *Nutrição de Ruminantes*. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 2006. p. 1–21.

GOULART, R. C. *et al.* Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 926-935, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000500022

GOULART, R. C. *et al.* Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 98, n. 5, 2020. DOI: 10.1093/jas/skaa107.

HARMON, D. L. *et al.* Net portal absorption of lactate and volatile fatty acids in steers experiencing glucose-induced acidosis or fed a 70% concentrate diet *ad libitum*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 2, p. 560–569, Feb. 1985. DOI: 10.2527/jas1985.602560x.

HEKER JUNIOR, J. C. *et al.* Effect of monensin sodium associative to virginiamycin and/or essential oils on the performance of feedlot finished steers. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 1, p. 261-274, 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p261.

LANA, R. P.; RUSSELL, J. B. Effect of forage quality and monensin on the ruminal fermentation of fistulated cows fed continuously at a constant intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 224-229, 1997. DOI: 10.2527/1997.751224x.

MARQUES, R. S. *et al.* Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p.339–348, 2016. DOI: 10.2527/jas2015-9758.

MELO, L. Q. *et al.* Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1775–1783, 2013. DOI: 10.2527/jas.2011-4999.

MESCHIATTI, M. A. P. *et al.* Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 97, n. 1, p. 456-471, 2019. DOI: 10.1093/jas/sky415.

- MILLET, S.; MAERTENS, L. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: From challenges to opportunities. **The Veterinary Journal**, Londres, v. 187, n. 2, p. 143-144, 2011. DOI: 10.1016/j.tvjl.2010.05.001
- MOREIRA, F. B. *et al.* Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 4; p. 609-616, 2003. DOI: 10.1590/S1516-89132003000400016.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31 p. (Departamento de Zootecnia, Boletim Técnico, 1).
- NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Filadelfia, v. 23, p. 333-350, 2007. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.04.002.
- NEHME, R. *et al.* Essential Oils in Livestock: From Health to Food Quality. **Antioxidants**, Basel, v. 10, n. 2:330, p. 1-36, 2021. DOI: 10.3390/antiox10020330.
- OWENS, F. N. *et al.* Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998. DOI: 10.2527/1998.761275x.
- PARRA, F. S. *et al.* Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. **Animal Production Science**, v. 59, p. 1858–1867, 2019. DOI: 10.1071/AN18207.
- PERDIGÃO, A. *et al.* Effects of restricted vs. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 102, p. 224–234, 2018. DOI: 10.1111/jpn.12681.
- PONTES, L. L. B. *et al.* Avaliação comparativa de metodologias para determinação da área de olho de lombo e gordura em suínos e bovinos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 33, p. 873-877, 2019.
- RESENDE JÚNIOR, J. C. *et al.* Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, p. 526–536, 2006. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2006.26469.
- RODRIGUES, A. C. *et al.* Performance, Feeding Behavior and Immune Response in Nellore and Angus × Nellore Steers Fed Whole Shelled Corn Diets with or without Fiber. **Animals**, Basel, v. 12, n. 19, p. 2692, 2022. DOI: 10.3390/ani12192692.
- RODRIGUES, V. C. *et al.* Rendimentos do Abate e Carcaça de Bovinos e Bubalinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 663-671, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000300018.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. *et al.* Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal**

of **Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 11, p. 3357–3365, 2004. DOI: 10.2527/2004.82113357x.

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978. DOI: 10.1214/aos/1176344136.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

WEISS, C. P. *et al.* Effects of roughage inclusion and particle size on digestion and ruminal fermentation characteristics of beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 4, p. 1707–1714, 2017. DOI: 10.2527/jas.2016.1330.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St. PIERRE, N.R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95–110, 1992. DOI: 10.1016/0377-8401(92)90034-4.

**ARTIGO 5 – QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS TERMINADOS EM
CONFINAMENTO COM DIETAS SEM FORRAGEM E COM DIFERENTES
ADITIVOS**

**ARTICLE 5 – MEAT QUALITY OF BEEF FINISHED IN FEEDLOT WITH DIETS
WITHOUT FORAGES AND DIFFERENT ADDITIVES**

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade de carne de bovinos terminados em confinamento, recebendo dietas sem o uso de forragem e com diferentes associações de aditivos. Foram realizadas avaliações dos parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos. Noventa e dois novilhos Nelore, com 24 a 30 meses de idade e peso corporal médio ao abate de 508 (\pm 40) kg, foram divididos em dois tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas diferiram pelas associações de aditivos presentes, sendo MOE - monensina sódica + um *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - monensina sódica + virginiamicina. Os animais que receberam a associação MVM apresentaram melhor perda de peso por cozimento ($P=0,02$). Não houve diferença ($P>0,05$) no perfil de ácidos graxos e suas relações. Por não apresentar grandes variações na qualidade da carne a utilização de um *blend* comercial de óleos essenciais mostrou ser eficiente em substituição à virginiamicina e uma alternativa ao uso de antibióticos em sistema de terminação de bovinos sem forragem.

Palavras-chave: Ácidos graxos. Carne. Confinamento. Óleos essenciais. Virginiamicina.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the meat quality of of Nelore cattle, finished in feedlot, receiving diets without forages and with different additives combinations. Physico-chemical parameters and fatty acid profile were evaluated. Ninety-two Nelore steers, age between 24 to 30 months and average body weight at slaughter of 508 (\pm 40) kg, were divided into two treatments in a completely randomized design. The diets differed according to the additive combinations present: MOE - monensin sodium + a commercial blend of essential oils; MVM - monensin sodium + virginiamycin. The animals that received the MVM association showed better weight loss through cooking ($P=0.02$). There was no difference ($P>0.05$) in the profile of fatty acids and their ratios. As there were no major variations in meat quality, the use of a commercial blend of essential oils proved to be efficient as a substitute for virginiamycin and an alternative to the use of antibiotics in forage-free cattle finishing systems.

Key words: Fatty acids. Meat. Feedlot. Essential oils. Virginiamycin.

1 INTRODUÇÃO

A terminação de bovinos de corte em confinamento no Brasil vem aumentando nos últimos anos, assim como a preocupação dos consumidores pelos seus efeitos na qualidade da carne (Castagnino *et al.*, 2018). Silvestre e Millen (2021) reportaram que a inclusão média de volumoso, no Brasil, é de 19% da matéria seca (MS) da dieta total. Esses aumentos nos níveis de concentrados nas dietas normalmente são acompanhados pela inclusão de diversos aditivos nutricionais, como antibióticos ionóforos e não ionóforos, além de compostos naturais, como óleos essenciais (Heker Júnior *et al.*, 2018; Meschiatti *et al.*, 2019).

No entanto, em função do risco de resíduos na carne e resistência a antibióticos de importância médica, o uso de aditivos nutricionais a base de antibióticos tem sido proibido em algumas regiões do mundo, como a União Europeia, que banuiu o uso desde 2006 (Millet; Maertens, 2011). Nesse sentido, os óleos essenciais são uma alternativa viável a substituição parcial ou total de aditivos tradicionalmente utilizados nas dietas de terminação de bovinos, mantendo o desempenho animal, qualidade da carne e estabilidade oxidativa, por possuir muitos compostos com atividades antimicrobianas e antioxidantes (Heker Júnior *et al.*, 2018; Meschiatti *et al.*, 2019; Monteschio *et al.*, 2017; Nikmaram *et al.*, 2018; Rivaroli *et al.*, 2016). Apesar disso são escassas as informações da qualidade da carne de bovinos terminados com dietas sem o uso de forragens.

A hipótese, neste estudo, é que a virginiamicina possa ser substituída por um *blend* comercial de óleos essenciais, em associação com a monensina sódica na dieta de terminação de bovinos com dieta sem forragem, sem prejudicar a qualidade da carne, assim como o perfil de ácidos graxos. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade de carne por meio da determinação de parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos terminados em confinamento, recebendo dietas com diferentes associações de aditivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no confinamento experimental das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), em Uberaba, Estado de Minas Gerais, Brasil. Todos os procedimentos usando os animais seguiram as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da FAZU (Protocolo CEUA/FAZU - 004/2020).

Para o estudo foram utilizados 40 bovinos da raça Nelore, com 24 a 30 meses de idade, com peso corporal inicial médio de 420 (\pm 30 kg) e abatidos com 508 (\pm 40 kg). Os animais foram confinados em baias coletivas e distribuídos em dois tratamentos. O período de adaptação às instalações e dietas experimentais foi de 21 dias, onde receberam as rações finais misturadas ao volumoso bagaço de cana de açúcar. Os animais receberam, durante 71 dias, *ad libitum*, uma das rações experimentais:

MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* comercial de óleos essenciais (carvacrol, cinamaldeído, eugenol e oleoresina de pimenta);

MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina.

Tabela 1 - Composição percentual de ingredientes e bromatológica das rações utilizadas na terminação de bovinos com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Ingredientes	Composição (% MS)	
	MOE	MVM
Milho integral moído	50	50
Farelo de polpa cítrica	25	25
Concentrado proteico ¹	25	25
Proteína bruta	14,5	14,5
NNP Equivalente à Proteína	2,6	2,6
Extrato Etéreo	4,0	4,0
Fibra em detergente neutro (FDN)	19,7	19,7
NDT	77,0	77,0
Amido	35,0	35,0
<i>Blend</i> comercial de óleos essenciais ² (mg/kg MS)	150,0	-
Monensina ³ (mg/kg MS)	32,0	32,0
Virginiamicina ⁴ (mg/kg MS)	-	27,0

MS - Matéria seca; MOE - Ração farelada com milho, farelo de polpa cítrica e concentrado proteico enriquecido com monensina sódica e *blend* comercial de óleos essenciais; MVM - Ração farelada com milho, farelo de polpa cítrica e concentrado proteico enriquecido com monensina sódica e virginiamicina; ¹Concentrado Turbo Total®, Rações Nutritaurus, Frutal, Minas Gerais, Brasil. Concentrado proteico a base de torta gorda de algodão, ureia pecuária e núcleo mineral vitamínico com aditivos; NNP - Nitrogênio não proteico equivalente à proteína; NDT - Nutrientes digestíveis totais estimado de acordo com as equações descritas por Weiss *et al.* (1992); ²Activo Premium®, Grasp, Curitiba, Paraná, Brasil. *Blend* comercial dos óleos essenciais à base de cinamaldeído, eugenol, oleoresina de pimenta e carvacrol; ³Bovensin® 200, Phibro Animal Health, Guarulhos, São Paulo, Brasil; ⁴V-Max 50®, Phibro Animal Health, Guarulhos, São Paulo, Brasil

Ao final do período experimental os animais foram abatidos utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular (Brasil, 2000), seguido de remoção do couro e evisceração em frigorífico comercial (Barra Mansa Alimentos, Sertãozinho, São Paulo, Brasil). Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24 horas, em temperatura próxima a 2°C. Foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12ª e 13ª costelas da carcaça esquerda que, foram encaminhadas sob refrigeração para a realização das determinações dos parâmetros físico-químicos (pH, cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento), de composição centesimal (proteína, umidade, gordura, matéria mineral e colágeno) e perfil lipídico (ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados).

O pH final as 24 horas foi avaliado com o auxílio de um pHmetro, com sonda de penetração (*Hanna Instruments*, Romênia) (Carmo *et al.*, 2017). A cor foi determinada de acordo com sistema de cor CIEL*a*b*, em que L* significa luminosidade, a* significa índice de vermelho e b* significa índice de amarelo. As medidas foram tomadas 24 horas após o abate,

utilizando-se um colorímetro (Konica Minolta CM 700, Singapura), com iluminante D65/10°, calibrado em padrão branco ladrilho. A partir dos valores de a^* e b^* , determinou-se o índice de saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h^*), conforme metodologias de Ramos e Gomide (2017).

A determinação de perda de peso por cozimento foi feita pela metodologia descrita por Ramos e Gomide (2012), sendo expressa em percentagem do peso inicial, onde as amostras foram envolvidas em papel alumínio e grelhadas em churrasqueira elétrica (Mega Grill; Britânia; Curitiba, Brasil) pré-aquecida a uma temperatura de 72°C (Honikel, 1998). A força de cisalhamento, expressa em kgf/cm^2 , foi avaliada segundo metodologia de Froning e Uijttenboogarte (1988), utilizando uma sonda Warner-Bratzler acoplada a um Texturômetro modelo TA XT-2.

As concentrações de umidade, proteína, extrato etéreo, matéria mineral e colágeno foram determinadas de acordo com o método 2007-04 da AOAC (2007) com uso de infravermelho próximo (FoodScan Meat Analyser TM®, FOSS, Hillerød, Denmark) (Ramos; Gomide, 2007).

A análise da composição dos ácidos graxos da carne foi pelos métodos de extração segundo Folch, Lees e Stanley (1957) e esterificação, segundo Hartman e Lago (1973). A determinação do perfil dos ácidos graxos foi por cromatografia gasosa em cromatógrafo Shimadzu GC 2010 (Agilent Technologies Inc., CA, EUA), utilizando coluna capilar de sílica fundida de 100m de comprimento, diâmetro de 0,25mm e 0,2 μm de espessura do filme Supelco (SP-2560, Bellefonte, PA, EUA). As condições cromatográficas da coluna foram de temperatura inicial de 140°C por cinco minutos; aumentada de 4°C/minuto até atingir 240°C e mantida por 30 minutos, totalizando 60 minutos. A temperatura do injetor foi de 260°C. Hélio foi o gás utilizado como arraste (Faria *et al.*, 2015). A identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio da comparação com os tempos de retenção apresentados pelo cromatograma padrão SupelcoTM37 FAME mix (Supelco Inc., Bellefonte, PA, EUA) e expressos em percentagem de ácidos graxos totais identificados e posteriormente agrupados em: ácidos graxos saturados (SAT), ácidos graxos monoinsaturados (MON), ácidos graxos poliinsaturados (POL), ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$) e suas conexões (Cruz; Faria, 2019).

Foram estimados os índices de atividades das enzimas $\Delta 9$ -dessaturase^{C16}, $\Delta 9$ -dessaturase^{C18}, elongase^{C16-C18} e de tioesterase^{C16-14}, de acordo com metodologia de Metz *et al.* (2009), onde: índice de atividade $\Delta 9$ -dessaturase^{C14} = [(C14:1) / (C14:1 + C14:0)]; índice de atividade $\Delta 9$ -dessaturase^{C16} = [(C16:1) / (C16:1 + C16:0)]; índice de atividade de $\Delta 9$ -dessaturase^{C18} = 100 [(C18:1 $\omega 9$ c) / (C18:1 $\omega 9$ c + C18:0)]; índice de atividade de elongase^{C16-}

$C^{18} = 100 [(C18:0 + C18:1\omega9c) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1\omega9c)]$; e índice de atividade de tioesterase $C^{16-C14} = 100 [(C16:0) / (C16:0 + C14:0)]$. Foram determinados também os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade, de acordo com metodologia de Ulbricht e Southgate (1991), em que: índice de aterogenicidade (ATERO) = $[4 (C14:0) + C16:0] / (SAT + POL)$ e índice de trombogenicidade (TRMBO) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times MON) + (0,5 \times \Sigma\omega6) + (3 \times \Sigma\omega3) + (\Sigma\omega3 / \Sigma\omega6)]$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os animais divididos em dois tratamentos com diferentes associações de aditivos, onde cada animal representou uma unidade experimental e a idade, avaliada ao abate, utilizada como covariável.

Os dados foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado e os animais foram considerados as unidades experimentais. Todas as variáveis medidas foram testadas para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, quando estes não apresentavam distribuição normal, foram transformados com o PROC RANK do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS. Todos os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA, sendo que as variáveis que apresentaram diferenças significativas a nível de significância de 5% de probabilidade, foram submetidos ao teste de Tukey, para determinar as diferenças entre as médias dos tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características da carne do músculo *Longissimus thoracis* podem ser observados na Tabela 2, onde se observou melhor perda por cozimento (PPC) no músculo *Longissimus thoracis* de animais que receberam o tratamento com virginiamicina (MVM) ($P=0,01$). Castagnino *et al.* (2018), não encontraram diferença no PPC quando foi adicionado virginiamicina nas dietas; porém, o valor de 29,5 se aproxima do encontrado nesta pesquisa (29,3). Segundo Oliveira *et al.* (2012), menor valor de PPC está associado a melhores avaliações sensoriais para aparência, maciez e suculência.

As concentrações de proteína bruta (PB) e colágeno não foram diferentes entre os tratamentos e os valores são próximos aos intervalos de 19,7 a 23,9 e 1,09 a 2,14, para PB e colágeno, respectivamente, encontrados na literatura (Gesteira *et al.*, 2018; 2019) para animais entre 24 a 30 meses da raça Nelore.

Não houve diferença entre os tratamentos (MOE x MVM) sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus thoracis* ($P>0,05$). Houve apenas uma tendência para o ácido miristoleico - C14:1 ($P=0,07$) e para o ácido gama-linolênico - C18:3 ω 6 ($P=0,09$).

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e da composição bromatológica do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com diferentes aditivos, em dietas sem forragem.

Item	Tratamentos ¹			P-valor
	MOE	MVM	EPM	
Parâmetros Físico-químicos				
pH final	5,66	5,66	0,01	0,9918
L* ²	40,11	40,10	0,41	0,9925
a* ³	13,0	12,4	0,28	0,1465
b* ⁴	12,8	12,3	0,15	0,1464
c* ⁵	18,23	17,59	0,32	0,1683
H ⁶	44,54	44,44	0,57	0,9060
Perda de peso por cozimento (%)	33,22	29,27	1,13	0,0183
Força de cisalhamento (kgf)	7,40	7,36	0,91	0,9093
Composição bromatológica				
Colágeno (%)	1,46	1,31	0,05	0,0564
Proteína bruta (%)	23,42	23,82	0,16	0,0827
Gordura (%)	2,58	2,26	0,19	0,2315
Umidade (%)	71,28	71,30	0,26	0,9498
Matéria mineral (%)	2,72	2,61	0,14	0,5983

¹MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina; ²Luminosidade (0 = preto e 100 = branco); ³Intensidade de vermelho (verde a vermelho); ⁴Intensidade de amarelo (azul a amarelo); ⁵Croma; ⁶Ângulo de tonalidade. EPM - erro padrão da média; P-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%.

Os principais ácidos graxos saturados (SAT) encontrados foram o ácido palmítico - C16:0 (25,4%), ácido esteárico - C18:0 (16,5) e ácido mirístico - C14:0 (3,0%) e os demais, somados, chegaram a 1,8%. Esses valores são semelhantes aos 3,1; 26,2 e 14,2% encontrados por Favaro *et al.* (2016) e 2,8; 25,2 e 13,7%, encontrados por Nascimento *et al.* (2020) em dietas com 70 e 80% de concentrado na dieta, respectivamente. Lage *et al.* (2014) encontrou redução no teor de C16:0 ($P < 0,05$) e tendência ($P = 0,06$) no C14:0 em dietas com maior inclusão de concentrado (40% *versus* 60%). A redução dos níveis de gordura e SAT na carne pode contribuir para um menor colesterol plasmático e conseqüentemente redução da incidência de doenças cardiovasculares (Oliveira *et al.*, 2015; Parodi, 2016; Wood *et al.*, 2008).

Já os ácidos graxos monoinsaturados (MON) encontrados em maior percentual foram o ácido oleico - C18:1 ω 9c (30,9%), ácido elaidico - C18:1 ω 9t (2,9%) e ácido palmitoleico - C16:1 (1,8%); porém dentro dos valores normalmente observados em outras pesquisas (Favaro *et al.*, 2016; Gesteira *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2020). Em relação aos poliinsaturados (POL), as maiores concentrações foram do ácido linoleico - C18:2 ω 6c (12,5%) e ácido araquidônico - C20:4 ω 6 (2,0%). O C18:2 ω 6c normalmente é encontrado em dietas com maior inclusão de cereais (Rivaroli *et al.*, 2016), como nas dietas experimentais. Dietas com pouca forragem estão associados com menor pH ruminal, o que levam a menor atividade da hidrogenase e, conseqüentemente, menor conversão de ácido linoleico em ácido esteárico (C18:0) (Lage *et al.*, 2014).

Não se observou diferenças (Tabela 4) entre os somatórios de SAT, MON, POL ou total de insaturados (INS) do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com diferentes aditivos, em dietas sem forragem. No entanto, os valores observados para MON (menor) e POL (maior) foram diferentes do normalmente observados em outros estudos com bovinos (Favaro *et al.*, 2016; Lage *et al.*, 2014; Nascimento *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2012). De acordo com Lage *et al.* (2014); o nível de inclusão de concentrado na dieta pode aumentar significativamente ($P = 0,05$) o percentual de POL. A relação de POL/SAT encontrada no presente estudo foi, em média, de 0,35, abaixo dos 0,45 indicado para redução de riscos cardiovasculares (Wood *et al.*, 2008). Os valores observados são comuns para animais terminados em confinamento, com alta inclusão de cereais (Favaro *et al.*, 2016; Gesteira *et al.*, 2018; Lage *et al.*, 2014; Nascimento *et al.*, 2020). As associações de aditivos em dietas sem forragem também não alteraram as relações de ω 6/ ω 3, além de apresentarem valores altos, o que também se explica pela alta inclusão de cereais, ricos em ácido linoleico (C18:2 ω 6c), em dietas de confinamento com baixa inclusão de forragem (Rivaroli *et al.*, 2016).

Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos (AG) do músculo *Longissimus thoracis*, expresso em percentagem, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Ácidos Graxos (% do total de AG)	Tratamentos ¹			P-valor
	MOE	MVM	EPM	
Saturados (SAT)				
Ácido capróico (C6:0)	0,0080	0,0005	0,0061	0,4014
Ácido cáprico (C10:0)	0,0134	0,0059	0,0084	0,5387
Ácido láurico (C12:0)	0,2335	0,1288	0,0445	0,1083
Ácido mirístico (C14:0)	3,0021	2,9077	0,1525	0,6690
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,3703	0,3614	0,0230	0,8752
Ácido palmítico (C16:0)	25,3299	25,4822	0,3763	0,7791
Ácido heptadecanóico (C17:0)	0,8176	0,8533	0,0320	0,4425
Ácido esteárico (C18:0)	16,8167	16,0920	0,4059	0,2214
Ácido araquídico (C20:0)	0,1316	0,1156	0,0221	0,6164
Ácido eneicosanóico (C21:0)	0,2822	0,2671	0,0237	0,6599
Ácido behênico (C22:0)	0,0238	0,0203	0,0139	0,8608
Monoinsaturado (MON)				
Ácido miristoleico (C14:1)	0,3763	0,4484	0,0271	0,0711
Ácido pentadecenóico (C15:1 cis10)	0,0213	0,0004	0,0109	0,1891
Ácido palmitoleico (C16:1)	1,7601	1,9254	0,0840	0,1774
Ácido heptadecanóico (C17:1 cis10)	0,4386	0,4076	0,0196	0,2774
Ácido elaidico (C18:1 ω9t)	2,7614	2,9471	0,2647	0,6287
Ácido oleico (C18:1 ω9c)	30,8431	30,9043	0,6929	0,9513
Ácido eicosenóico (C20:1 cis11)	0,3336	0,0928	0,1164	0,1565
Poliinsaturado (POL)				
Ácido linoleico (C18:2 ω6c)	12,3863	12,6149	0,8210	0,8472
Ácido gama-linolênico (C18:3 ω6)	0,0222	0,0045	0,0071	0,0923
Ácido linolênico (C18:3 ω3)	0,4059	0,4077	0,0302	0,9673
Ácido eicosadienoico (C20:2 cis11,14)	0,0604	0,0753	0,0152	0,4997
Ácido ecosatrienóico (C20:3 ω6 cis8,11,14)	0,7062	0,7358	0,0779	0,7940
Ácido ecosatrienóico (C20:3 ω3 cis11,14,17)	0,0070	0,0003	0,0034	0,1803
Ácido araquidônico (C20:4 ω6)	2,1328	1,9260	0,1729	0,4129
Ácido eicosapentanóico (C20:5 ω3 cis5,8,11,14,17)	0,2774	0,2685	0,0379	0,8714
Ácido docosaexanóico (C22:6 ω3 cis4,7,10,13,16,19)	0,0381	0,0071	0,0151	0,1598

¹MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina; EPM - erro padrão da média; P-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%; ²ND - não detectado.

As carnes de animais que receberam a associação MVM apresentaram (Tabela 4) maior ($P=0,01$) índice de atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase^{C14}, o que ajuda a explicar a tendência

($P=0,07$) de maior percentual de ácido miristoléico (C14:1). Os demais índices enzimáticos não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 4 - Somatórios e relações de ácidos graxos e índices enzimáticos do músculo *Longissimus thoracis*, de bovinos terminados com dietas sem forragem, contendo diferentes aditivos.

Item	Tratamentos ¹			P-valor
	MOE	MVM	EPM	
Totais				
Ácidos graxos saturados (SAT)	46,8819	45,5825	0,6780	0,1912
Ácidos graxos monoinsaturados (MON)	36,5470	36,8679	0,8502	0,7941
Ácidos graxos poliinsaturados (POL)	16,1939	16,5410	1,1073	0,8283
Ácidos graxos insaturados (INS)	53,1148	54,4175	0,6797	0,1912
Ômega 6 ($\omega 6$)	15,3792	15,7502	1,0544	0,8077
Ômega 3 ($\omega 3$)	0,6950	0,7147	0,0598	0,8193
Relações				
SAT/POL	3,2318	3,1806	0,2756	0,8976
POL/SAT	0,3509	0,3455	0,0271	0,8909
$\omega 6/\omega 3$	21,6615	22,7569	0,8883	0,3993
$\omega 3/\omega 6$	0,0436	0,0433	0,0020	0,9159
Estimativa de índices enzimáticos				
$\Delta 9$ -dessaturase ^{C14}	11,3334	13,5123	0,6200	0,0184
$\Delta 9$ -dessaturase ^{C16}	6,4641	7,0064	0,2795	0,1833
$\Delta 9$ -dessaturase ^{C18}	64,6494	65,1829	0,8652	0,6699
$\Delta 9$ -dessaturase geral	0,7319	0,7462	0,0204	0,6274
Elongase ^{C16-C18}	61,6540	63,0824	1,9408	0,6109
Elongase ^{$\omega 3$}	0,1149	0,0189	0,0424	0,1218
Tiosterase ^{C16-C14}	89,5567	89,8636	0,3800	0,5772
Dessaturase e elongase $\omega 6$ (18-20)	0,1664	0,1638	0,0065	0,7793
Dessaturase e elongase $\omega 3$ (18-20)	0,5857	0,7144	0,0642	0,1734
Dessaturase e elongase $\omega 3$ (18-22)	0,0763	0,0155	0,0282	0,1401
Aterogenicidade (ATERO)	0,5980	0,5891	0,0181	0,7321
Trombogenicidade (TROMBO)	1,6008	1,5503	0,0499	0,4861

¹MOE - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e um *blend* de óleos essenciais; MVM - ração farelada padrão com associação de monensina sódica e virginiamicina; EPM - erro padrão da média; P-valor - as diferenças foram consideradas significativas ao nível de 5%.

4 CONCLUSÕES

A utilização de um *blend* comercial de óleos essenciais na terminação de bovinos associado ao antibiótico ionóforo monensina sódica, em relação à sua associação com o antibiótico virginamicina, não alterou de forma significativa a qualidade da carne.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000.
- CARMO, T. J. *et al.* Carcass characteristics and meat evaluation of Nellore cattle subjected to different antioxidant treatments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 2, p. 138-146, 2017. DOI: 10.1590/S1806-92902017000200009.
- CASTAGNINO, P. S. *et al.* Fatty acid profile and carcass traits of feedlot Nellore cattle fed crude glycerin and virginiamycin. **Meat Science**, Barking, v. 140, p. 51-58, 2018. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.02.013.
- CRUZ, F. L.; FARIA, P. B. Perfil lipídico da carne de frangos de corte de diferentes cruzamentos criados em sistema alternativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 2, p. 677-686, 2019. DOI: 10.1590/1678-4162-10168.
- FARIA, P. B. *et al.* Lipid profile and cholesterol of pork with the use of glycerin in feeding. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 2, p. 535-546, 2015. DOI: 10.1590/1678-7112.
- FAVARO, V. R. *et al.* Carcass traits and meat quality of Nellore cattle fed different non-fiber carbohydrates sources associated with crude glycerin. **Animal**, Cambridge, v. 10, n. 8, p. 1402-1408, 2016. DOI: 10.1017/S1751731116000094.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S. A. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, n. 2, p. 479-503, 1957.
- FRONING, G. W.; UIJTENBOOGAART, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breastmeat. **Poultry Science**, v. 67, n. 11, p. 1536-1544, 1988. DOI: 10.3382/ps.0671536.
- GESTEIRA, S. M. *et al.* Fatty acid profile, physicochemical composition and sensorial attributes of salted and sun-dried meat from young Nellore bulls supplemented with condensed tannins. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 14, n. 4, e0216047, 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0216047.
- GESTEIRA, S. M. *et al.* Physicochemical Quality, Fatty Acid Composition, and Sensory Analysis of Nellore Steers Meat Fed with Inclusion of Condensed Tannin in the Diet. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 83, p. 1366-1372, 2018. DOI: 10.1111/1750-3841.14136.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation to fatty acids methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n.6, p. 475-476, 1973.

- HEKER JÚNIOR, J. C. *et al.* Effect of monensin sodium associative to virginiamycin and/or essential oils on the performance of feedlot finished steers. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 1, p. 261-274, 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n1p261.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00034-5.
- LAGE, J. F. *et al.* Fatty acid profile, carcass and meat quality traits of young Nellore bulls fed crude glycerin replacing energy sources in the concentrate. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 3, p. 1158-1164, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.10.027.
- MESCHIATTI, M. A. P. *et al.* Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 97, n. 1, p. 456-471, 2019. DOI: 10.1093/jas/sky415.
- METZ, P. A. M. *et al.* Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 3, p.523-531, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000300018.
- MILLET, S.; MAERTENS, L. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: From challenges to opportunities. **The Veterinary Journal**, Londres, v. 187, n. 2, p. 143-144, 2011. DOI: 10.1016/j.tvjl.2010.05.001
- MONTESCHIO, J. O. *et al.* Clove and rosemary essential oils and encapsuled active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. **Meat Science**, Barking, v. 130, p. 50-57, 2017. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.04.002.
- NASCIMENTO, F. A. *et al.* Calcium salts of fatty acids with varying fatty acid profiles in diets of feedlot-finished Bos indicus bulls: impacts on intake, digestibility, performance, and carcass and meat characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 98, n. 12, skaa382, 2020. DOI: 10.1093/jas/skaa382.
- NIKMARAM, N. *et al.* Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. **Meat Science**, Barking, v. 145, p. 245–255, 2018. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.06.031.
- OLIVEIRA, E. A. *et al.* Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat Science**, Barking, v. 90, p. 28-35, 2012. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.05.024.
- OLIVEIRA, R. L. *et al.* Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred Boer goats fed sunflower cake-based diets. **Animal Science Journal**, Toquio, v. 86, n. 5, p. 557–562, 2015. DOI: 10.1111/asj.12325.
- PARODI, P. W. Dietary guidelines for saturated fatty acids are not supported by the evidence. **International Dairy Journal**, Barking, v. 52, p. 115–123, 2016. DOI: 10.1016/j.idairyj.2015.08.007.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599p.

RIVAROLI, D. C. *et al.* Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, Barking, v. 121, p. 278-284, 2016. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.06.017.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 50, p. e20200189, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, Londres v. 338, p. 985-992, 1991. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91846-m.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St. PIERRE, N.R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95–110, 1992. DOI: 10.1016/0377-8401(92)90034-4.

WOOD, J. D. *et al.* Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 343–358, 2008. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019.