



**TORTA DE LICURI EM DIETAS PARA BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS DA CARNE**

MARCELIANA DA CONCEIÇÃO SANTOS

2023



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TORTA DE LICURI EM DIETAS PARA BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS DA CARNE**

Autora: Marceliana da Conceição Santos
Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março/2023

MARCELIANA DA CONCEIÇÃO SANTOS

**TORTA DE LICURI EM DIETAS PARA BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS
GRAXOS DA CARNE**

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março/2023

636.085 Santos, Marceliana da Conceição.

S236t Torta de licuri em dietas para bovinos terminados em confinamento sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne. / Marceliana da Conceição Santos. – Itapetinga-BA: UESB, 2023.
107f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva.

1. Novilhos – Dietas - Torta de licuri. 2. Vacas de descarte – Dietas – Torta de licuri. 3. Carne - Qualidade - Composição química e ácidos graxos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Bovinos - Torta de licuri - Qualidade da carne
2. Carne - Qualidade
3. *Syagrus coronata*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Torta de licuri em dietas para bovinos terminados em confinamento sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne”.

Autor (a): Marceliana da Conceição Santos

Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva - UESB
Orientador



Prof. Dr. Wéder Jânsen Barbosa Rocha – IFPI



Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior – UFERSA



Prof. Dr. Rodolfo Martin do Prado - Université Laval



Dr.ª Ana Paula Gomes da Silva

Com grande amor, dedico em especial, aos meus pais, João Manoel dos Santos (“in memoriam”) e Maria Rita da Conceição Santos (“in memoriam”), que sempre me apoiaram nesta jornada, proporcionaram-me muito carinho e amor, respeito ao próximo e humildade, obrigada por tudo, amarei eternamente. Ao meu esposo Lucas Oliveira Santos, por todo amor e companheirismo. Aos meus irmãos por todo incentivo e carinho. A família é o bem mais precioso que temos, assim, gostaria de dedicar e reconhecer a vocês, minha imensa gratidão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Por tudo que já superei e alcancei na vida, eu te agradeço meu Deus, com imensa gratidão por ter me proporcionado tantas coisas boas em minha vida, o conhecimento profissional e pessoal e por mais esta conquista, agradeço a Ti Senhor;

A concretização desta Tese de Doutorado só foi possível graças à contribuição de várias pessoas, de forma direta ou indireta, aos quais, gostaria de expressar meus sinceros e profundos agradecimentos e reconhecimentos:

Em especial, aos meus amados pais, João e Maria (“in memoriam”), exemplos de amor, bondade, respeito, humildade, obrigada por todo apoio ao longo da minha jornada, tornado esse sonho realidade. Não tenho palavras para descrever a gratidão, que tenho por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui. Amo vocês eternamente!!!

Ao meu esposo Lucas, agradeço por toda paciência, amor e incentivo, por sempre estar ao meu lado, sonhando junto comigo.

Aos meus irmãos, agradeço por cada palavra de carinho, amor, incentivo, por sempre me darem forças para seguir em busca dos meus sonhos e nunca desistir. Amo vocês; aos demais familiares, muito obrigada.

A família do meu esposo (Janete, Amanda, e demais, obrigada pela amizade, carinho e apoio nesta caminhada, imensa gratidão a vocês, hoje fazem parte da minha vida.

Ao meu querido Orientador e amigo, professor Dsc. Robério Rodrigues Silva, agradeço imensamente por ter acreditado e ter depositado confiança, durante o período da graduação e pós-graduação. Obrigada por todos os ensinamentos e aprendizado. Meus sinceros agradecimentos!

Ao meu coorientador, professor Dsc. Fabiano Ferreira da Silva, agradeço pelos conhecimentos transmitidos e pela contribuição.

A todos os meus amigos, que Deus colocou em meu caminho, e também aqueles de longa vida, levarei comigo para onde for, todos vocês foram essenciais durante esses anos, muito obrigada. Obrigada por tudo!! Quem tem bons amigos nunca se sente desamparado, pois, sabe que quando mais precisar de uma palavra sábia e um coração acolhedor terá um amigo com quem pode contar! Obrigada a todos vocês!!

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB pela valiosa formação profissional, por todo apoio e pelo suporte técnico e material durante o curso;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, campus Itapetinga-BA, por me conceder mais conhecimentos e por tornar-me uma profissional mais capacitada;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, pelo financiamento da pesquisa.

A Ana Paula, por ter contribuído durante as análises laboratoriais, foram dias intensos, e sempre disposta a ajudar, não medindo esforço para orientar na realização das análises e na avaliação dos dados, obrigada por toda paciência, não tenho palavras para expressar minha imensa gratidão a vocês.

Aos companheiros e amigos do Grupo Produção de Bovinos em Pastejo com Qualidade (a BPL) e demais colaboradores: Tarcísio, Adriane, Daniele, George, Jansen, João Willian, Laize, Mamá, Mateus, Mari, Robério, Laoan, Rodrigo, Sinvaldo, Túlio, Venício, Gabriel, Talia, Ney, Fernando Rossa, Luiz, Maria Luiza e Aroldo.

Aos membros da banca examinadora: prof. Dr. Robério Rodrigues Silva, prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior, prof. Dr. Wéder Jânsen Barbosa Rocha, prof. Dr. Rodolpho Martin do Prado e Dr. Ana Paula Gomes da Silva, obrigada pela valiosa contribuição neste trabalho.

Ao setor de transporte, obrigada por todo apoio e disponibilidade durante todo o período experimental.

Por fim, a todos que ajudaram de alguma forma na concretização deste trabalho...

Meus sinceros votos de agradecimentos!

BIOGRAFIA

MARCELIANA DA CONCEIÇÃO SANTOS, filha de João Manoel dos Santos e Maria Rita da Conceição Santos, nasceu em 07 de dezembro de 1989, em Caraíbas – Bahia.

Em fevereiro de 2011 iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Itapetinga- BA, finalizando-o em outubro de 2016.

Em março de 2017 iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, campus de Itapetinga-BA, sob a orientação do professor Dsc. Robério Rodrigues Silva. Foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Em fevereiro de 2019 defendeu a referida Dissertação para obter o título de “Mestre em Zootecnia”.

Em março de 2019 iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, sob a orientação do professor Dsc. Robério Rodrigues Silva. Foi bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB.

Em março de 2023 defendeu a referida Tese para obter o título de “Doutora em Zootecnia”.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO GERAL	xi
ABSTRACT.....	xiii
I – REFERENCIAL TEORICO	1
1.1 Introdução geral	1
1.2 Características da torta de licuri e seu potencial em dietas para ruminantes	2
1.3 Composição centesimal da carne bovina	5
1.4 Colesterol da carne bovina.....	8
1.5 Perfil de ácidos graxos da carne bovina.....	11
1.6 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6.....	14
1.7 Ácido linoléico conjugado (CLA)	16
1.8 Referências bibliográficas.....	18
II - OBJETIVOS	30
2.1 Objetivo geral	30
2.2 Objetivos específicos	30
III – CAPÍTULO I	31
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE GRAXOS DA CARNE DE VACAS DE DESCARTE ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO TORTA DE LICURI..	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1 Introdução	33
2 Material e métodos.....	34
2.1 Localização e instalações.....	34
2.2 Período experimental, animais e dieta	34
2.3 Análises laboratoriais dos alimentos.....	36
2.4 Abate dos animais e avaliação da carne.....	37
2.5 Composição centesimal	38

2.5.1 Umidade.....	38
2.5.2 Matéria Mineral	38
2.5.3 Proteína Bruta	38
2.5.4 Lipídeos totais.....	39
2.6 Colesterol.....	39
2.6.1 Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne.....	39
2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC.....	39
2.7 Perfil de ácidos graxos.....	40
2.7.1 Extração dos lipídeos totais da carne.....	40
2.7.2 Extração dos lipídeos totais do volumoso e concentrado da dieta.....	41
2.7.3 Transesterificação dos triacilgliceróis	41
2.7.4 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia.....	41
2.7.5 Identificação dos ésteres metílicos	42
2.7.6 Perfil lipídico do volumoso e concentrado da dieta.....	43
2.7.7 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne in natura.....	44
2.8 Análises estatísticas	45
3 Resultados e discussão.....	47
3.1 Composição centesimal e colesterol da carne.....	47
3.2 Perfil de ácidos graxos da carne	49
3.3 Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase.....	55
4 Conclusões.....	58
5 Referências bibliográficas.....	60
IV – CAPÍTULO II.....	66
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE NOVILHOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TORTA DE LICURI.....	66
RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	67
1 Introdução	68
2 Material e métodos.....	70
2.1 Localização e instalações.....	70
2.2 Período experimental, animais e dieta	70

2.3 Análises laboratoriais dos alimentos.....	73
2.4 Abate dos animais e avaliação da carne.....	74
2.5 Composição centesimal	74
2.5.1 Umidade.....	74
2.5.2 Matéria Mineral	74
2.5.3 Proteína Bruta	75
2.5.4 Lipídeos totais.....	75
2.6 Colesterol.....	75
2.6.1 Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne.....	75
2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC.....	76
2.7 Perfil de ácidos graxos.....	76
2.7.1 Extração dos lipídeos totais da carne.....	76
2.7.2 Extração dos lipídeos totais do volumoso e concentrado da dieta.....	77
2.7.3 Transesterificação dos triacilgliceróis	77
2.7.4 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia.....	77
2.7.5 Identificação dos ésteres metílicos	78
2.7.6 Perfil lipídico do volumoso e concentrado da dieta.....	79
2.7.7 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne in natura.....	80
2.8 Análises estatísticas	82
3 Resultados e discussão.....	82
3.1 Composição centesimal e colesterol da carne.....	82
3.2 Perfil de ácidos graxos.....	84
3.3 Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase.....	90
4 Conclusões	93
5 Referências.....	94
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
VI – ANEXOS	101

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição química-bromatológica da torta de licuri, de acordo com vários autores.	5
Tabela 2. Composição centesimal da carne de bovinos terminados com diferentes estratégias de alimentação.	7
Tabela 3. Colesterol da carne de bovinos terminados com diferentes estratégias de alimentação.	10
 CAPÍTULO I	
Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS)*.	35
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas fornecidas (%MS)*.	36
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do bagaço de cana-de-açúcar e das dietas experimentais.	44
Tabela 4. Composição centesimal e teor de colesterol do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.	47
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.	49
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.	51
Tabela 7. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.	53
Tabela 8. Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.	56
 CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS)*.	71

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e a composição química das dietas fornecidas (% MS)*.	72
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da casca de arroz e das dietas experimentais.	80
Tabela 4. Composição centesimal e teor de colesterol do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.	83
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.	85
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.	87
Tabela 7. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.	88
Tabela 8. Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.	91

RESUMO GERAL

SANTOS, Marceliana da Conceição. **Torta de licuri em dietas para bovinos terminados em confinamento sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne.** Itapetinga, BA: UESB, 2023, 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)*.

Objetivou-se avaliar os níveis de inclusão da torta de licuri em dietas para vacas de descarte (*Experimento I*) e novilhos (*Experimento II*) terminados em confinamento sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne. *Experimento I*: Foram utilizadas 40 vacas de descarte Zebu, com idade média de 108 meses, e peso vivo médio de 318 kg \pm 38,17. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, compostos por quatro tratamentos: controle (sem inclusão de torta de licuri na dieta); inclusão de 5, 10 e 15% de torta de licuri na matéria seca total da dieta, sendo 10 animais por tratamento. *Experimento II*: Foram utilizados 40 novilhos mestiços, com idade média de 24 meses e peso vivo médio de 358,19 \pm 41,57 kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, compostos por quatro tratamentos: controle (sem inclusão de torta de licuri na dieta); inclusão de 8,5, 17,0 e 25,5% de torta de licuri na matéria seca total da dieta, sendo 10 animais por tratamento. *Experimento I*: A inclusão da torta de licuri na dieta resultou em efeito quadrático nos teores de lipídeos totais da carne, com ponto mínimo no nível de 6,51%. O colesterol apresentou efeito linear crescente. A inclusão da torta de licuri na dieta promoveu efeito quadrático nas concentrações dos ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico, com pontos mínimos nos níveis de 5,39, 5,50, 5,49%, respectivamente. Os ácidos graxos monoinsaturados não foram influenciados pelos níveis de inclusão da torta de licuri, com exceção dos ácidos miristoléico e heptadecenóico, que apresentaram efeito quadrático, com ponto mínimo no nível de 6,60%, e aumento linear, respectivamente. Houve efeito quadrático nas concentrações dos ácidos poliinsaturados linolelaídico, alfa-linoléico e linolênico, com pontos mínimos nos níveis de 7,83, 8,50 e 7,07% de inclusão da torta de licuri, respectivamente, e efeito linear crescente para os ácidos araquidônico e eicosapentaenóico (EPA). A inclusão da torta de licuri na dieta promoveu efeito quadrático no somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) e na relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico (h:H), com pontos mínimos nos níveis de 4,80 e 5,74%, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) e atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 apresentaram comportamento quadrático, com pontos máximos nos níveis de 5,21 e 5,12, e 5,20%, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e a relação dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS) apresentaram efeito linear decrescente. *Experimento II*: Houve efeito linear decrescente para os teores de colesterol. Os ácidos láurico, mirístico e esteárico apresentaram efeito linear crescente com os níveis de inclusão da torta. Houve efeito linear decrescente, para os ácidos oléico e gadoléico. O ácido nervônico apresentou comportamento quadrático, com ponto máximo ao nível de 12,06% de inclusão da torta de licuri na dieta. Os ácidos linoléico e linolênico, apresentaram efeito linear decrescente. A inclusão da torta de licuri na dieta causou efeito quadrático nos teores dos ácidos

araquidônico e eicosapentaenóico (EPA), com pontos mínimos nos níveis de 15,83 e 17,86% de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), índices de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT) apresentaram efeito linear crescente. O somatório de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) e ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS), somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6) e atividades das enzimas Δ^9 dessaturase 14 e 18 decresceram linearmente à medida que aumentou os níveis da torta de licuri nas dietas. Recomenda-se o uso de até 5% de inclusão da torta de licuri na dieta de vacas de descarte terminadas em confinamento para não afetar a qualidade nutricional da carne. Recomenda-se o uso de até 8,5% de torta de licuri na dieta de novilhos confinados, para não prejudicar a qualidade nutricional da carne. A inclusão de torta de licuri na dieta de bovinos terminados em confinamento influencia os principais ácidos graxos da carne, e consequentemente, a qualidade nutricional da carne.

Palavras-chave: novilhos, qualidade da carne, *Syagrus coronata*, vacas de descarte

*Orientador: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB e Co-orientador: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB.

ABSTRACT

SANTOS, Marceliana da Conceição. **Licuri cake in feedlot finished cattle diets on the meat chemical composition and fatty acid profile.** Itapetinga, BA: UESB, 2023.107 p. Thesis. (PhD in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).*

This study aimed to evaluate the levels of inclusion of licuri cake in diets for culled cows (*Experiment I*) and steers (*Experiment II*) finished in feedlot on the meat chemical composition and fatty acid profile. *Experiment I*: It was used 40 Zebu culled cows, with an average age of 108 months and an average live weight of $318 \text{ kg} \pm 38.17$. The animals were distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments: control (with no inclusion of licuri cake on the diet); inclusion of 5, 10 and 15% of licuri cake in the total dry matter of the diet, with 10 animals per treatment. *Experiment II*: It was used 40 crossbred steers, with an average age of 24 months and an average live weight of $358.19 \pm 41.57 \text{ kg}$. The animals were distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments: control (with no inclusion of licuri cake in the diet); inclusion of 8.5, 17.0 and 25.5% of licuri cake in the total dry matter of the diet, with 10 animals per treatment. *Experiment I*: The inclusion of licuri cake in the diet resulted in a quadratic effect on the meat total lipid content, with a minimum point at the level of 6.51%. Cholesterol showed an increasing linear effect. The inclusion of licuri cake in the diet promoted a quadratic effect on the concentrations of lauric, myristic and palmitic saturated fatty acids, with minimum points at levels of 5.39, 5.50, 5.49%, respectively. The monounsaturated fatty acids were not influenced by the inclusion levels of the licuri cake, with the exception of myristoleic and heptadecenoic acids, which showed a quadratic effect, with a minimum point at the level of 6.60%, and linear increase, respectively. There was a quadratic effect in the concentrations of polyunsaturated linolelaidic, alpha-linoleic and linolenic acids, with minimum points at the levels of 7.83, 8.50 and 7.07% of inclusion of the licuri cake, respectively, and an increasing linear effect for the acids arachidonic acid and eicosapentaenoic acid (EPA). The inclusion of licuri cake on the diet promoted a quadratic effect on the sum of saturated fatty acids (SFA) and on the ratio of hypocholesterolemic:hypercholesterolemic fatty acids (h:H), with minimum points at levels of 4.80 and 5.74%, respectively. The sum of monounsaturated fatty acids (MUFA), ratio of monounsaturated and saturated fatty acids (MUFA:SFA) and activity of the enzyme Δ^9 desaturase 16 showed a quadratic behavior, with maximum points at levels of 5.21 and 5.12, and 5.20% respectively. The sum of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and the ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids (PUFA:SFA) showed a decreasing linear effect. *Experiment II*: There was a decreasing linear effect for cholesterol levels. The lauric, myristic and stearic acids showed an increasing linear effect with the cake inclusion levels. There was a decreasing linear effect for oleic and gadoleic acids. Nervonic acid showed a quadratic behavior, with a maximum point at the level of 12.06% of inclusion of licuri cake on the diet. Linoleic and linolenic acids showed a decreasing linear effect. The inclusion of licuri cake on the diet caused a quadratic effect on the levels of arachidonic and eicosapentaenoic acid (EPA), with minimum points at the levels of 15.83 and 17.86% of inclusion of licuri cake on the diet, respectively. The

sum of saturated fatty acids (SFA), atherogenicity indices (AI) and thrombogenicity index (TI) showed an increasing linear effect. The sum of monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids, ratio of monounsaturated and saturated fatty acids (MUFA:SFA) and polyunsaturated and saturated fatty acids (PUFA:SFA), sum of omega 6 fatty acids (n-6) and activities of Δ^9 desaturase 14 and 18 enzymes decreased linearly as the levels of licuri cake in the diets increased. It is recommended the use of up to 5% of inclusion of licuri cake in the diet of culled cows finished in feedlot to not affect the nutritional quality of the meat. It is recommended the use of up to 8.5% of licuri cake in the diet of feedlot steers, so as not to impair the nutritional quality of the meat. The inclusion of licuri cake in the diet of feedlot finished cattle influences the main fatty acids in the meat, and consequently, the nutritional quality of the meat.

Keywords: culled cows, meat quality, steers, *Syagrus coronata*

*Adviser: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB and Co-Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB.

I – REFERENCIAL TEORICO

1.1 Introdução geral

A utilização de alimentos alternativos provenientes das agroindústrias vem aumentando na alimentação de ruminantes como opção aos alimentos tradicionais (Bagaldo et al., 2019; Bezerra et al., 2016; Costa et al., 2019; Oliveira et al., 2015). Esse fato deve-se ao aumento nos custos de produção, além das variações nos preços da matéria-prima e do crescimento populacional. Isso reflete uma maior procura por alimentos de alto valor nutricional que não competem com a alimentação humana e de animais não-ruminantes.

Dentre as opções de alimentos alternativos, encontra-se a torta de licuri, obtida após extração do óleo do fruto do licurizeiro (*Syagrus coronata*), uma palmeira nativa da região Semiárida brasileira, capaz de suportar secas prolongadas. A torta de licuri é considerada um coproduto que apresenta potencial de uso como alternativa a fontes tradicionais de proteína e energia, reduzindo os custos com alimentação animal (Queiroga et al., 2010). Sua composição químico-bromatológica é bastante variável, o que pode ser atribuída aos diferentes métodos de beneficiamento ou pela extração do óleo do fruto (Oliveira et al., 2013), e apresenta valor média de 92,73% de matéria seca, 23,21% de proteína bruta, 8,80% de extrato etéreo, 46,14% de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e 12,47% de carboidratos não fibrosos (Costa et al., 2019; Ferreira et al., 2017; Silva et al., 2021a).

Nesse contexto, a pesquisa busca por alternativas de manejo nas diferentes categorias de bovinos de corte (fêmeas de descarte e machos), que permitam aumento na produção de carne com qualidade. O sistema de confinamento possibilita melhorias na produção animal, sendo uma ferramenta que proporciona maiores ganhos de peso diários e redução na idade de abate, além de outras finalidades. Entretanto, devido aos custos mais elevados no confinamento, atribuído principalmente pela utilização de alimentos tradicionais na composição da dieta de ruminantes, como o farelo de soja e milho, é fundamental a busca por alimentos alternativos sustentáveis que contribuam na redução dos custos com alimentação, sem afetar o desempenho biológico dos bovinos.

Quando se utiliza coprodutos na alimentação animal, é fundamental avaliar seus efeitos na qualidade da carne (Rubiano et al., 2009), uma vez que a carne bovina apresenta um perfil de ácidos graxos mais saturados, que a médio e longo prazo pode contribuir no desenvolvimento de obesidade e doenças cardiovasculares (Cuppari, 2005; Lehninger, 2006; Mahan et al., 2005). Sendo assim, é fundamental buscar tecnologias que aperfeiçoem a produção de carne com melhor valor nutritivo.

O uso de torta de licuri na alimentação animal ainda é pouco explorada, principalmente na área da bovinocultura de corte. Diante disso, se faz necessário estudos que indiquem um nível adequado de inclusão da torta de licuri em dietas com alto concentrado para bovinos terminados em confinamento, que permitam melhores resultados na qualidade da carne, através do aumento de ácidos graxos desejáveis para saúde humana.

1.2 Características da torta de licuri e seu potencial em dietas para ruminantes

A utilização de alimentos alternativos da produção do biodiesel tem como objetivo principal a redução nos custos com alimentação, devido aos alimentos tradicionais como farejo de soja e milho apresentarem custos mais elevados. Entretanto, é interessante ressaltar que esses alimentos também são indicados para aqueles produtores que tenham acesso a preços mais baixos e com proximidade da sua região, caso contrário, poderá ter lucros reduzidos (Oliveira et al., 2012).

A importância dos alimentos alternativos regionais para alimentação de ruminantes está associada ao fato da capacidade que esses animais possuem em transformar materiais que não seriam úteis aos seres humanos, em produtos de origem animal de alto valor biológico em consequência da fermentação microbiana (Carrera et al., 2012).

O licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma palmeira nativa com ampla distribuição na vegetação da Caatinga brasileira. Essa espécie pertence à família Arecaceae, e seu nome vulgar no Brasil é o "licuri" ou "ouricuri", no entanto, no sertão baiano, o "licuri" é o nome mais utilizado, e sua distribuição geográfica abrange desde o norte de Minas Gerais, ocupando toda a porção oriental e central da Bahia, até o sul de Pernambuco, incluindo os estados de Sergipe e Alagoas (Noblick, 1986).

Sendo uma das principais palmeiras da região Semiárida, o licuri apresenta importante papel socioeconômico para as comunidades locais, e por suportar secas prolongadas, representa fonte de recursos para subsistência do homem e animais (Ramalho, 2006). Esta palmeira pode chegar de 6 a 10 m de altura e, mesmo frutificando e florescendo o ano todo, os meses que caracteriza o período de safra está entre março e julho (Bondar 1938, Noblick 1986), apresentando maior produção. Os cachos do licuri possuem em média 1.357 unidades, o fruto é uma drupa, possuindo tegumento fino e polpa carnosa e comestível, já a semente (mais de 50% do fruto) é formada por 75% de amêndoa e possuem aproximadamente 49% de lipídeos totais, 12% de proteína, 13% de carboidratos totais da polpa do fruto (Crepaldi, 2001).

Os coprodutos podem agregar valor e se constituir em outras fontes de renda importantes para os produtores agrícolas e industriais, podendo consistir num fator para viabilizar a produção do biodiesel (Quintella et al., 2009). Os coprodutos sólidos são essencialmente de dois tipos: antes da prensa da oleaginosa, consistindo em resíduos de casca e matéria celulósica e, após a prensa, consistindo em farelo ou torta. Neste segmento, a torta de licuri é obtida após a extração do óleo do fruto (licuri), por meio da prensagem mecânica.

O licuri tem diversas utilidades, e entre elas está a utilização do óleo, extraído da amêndoa, e empregado na produção de saponáceos (sabão em pó, detergentes, sabão em barra e sabonetes finos), sendo considerado o óleo brasileiro de alta qualidade para fabricação de sabão (Jesus et al., 2010). No Brasil, o maior produtor de licuri é a Bahia, com produção anual de 958 mil toneladas (IBGE, 2020).

O resíduo obtido após extração do óleo dá origem à torta, considerada um coproduto com alto potencial para ser empregado em dietas para animais, como fonte alternativa de proteína e energia (Queiroga et al., 2010). A maioria dos coprodutos industriais têm produção estacional, e geralmente coincide com o período de escassez de alimento para os animais, permitindo ao produtor acesso a ingredientes alimentares de qualidade e com menor custo (Oliveira et al., 2013).

Diversos coprodutos estão sendo estudados como fontes alternativas na alimentação animal. No entanto, os poucos dados publicados utilizando a torta de licuri, são desenvolvidas na área de pequenos ruminantes (Silva et al., 2021b; Costa et al., 2018),

sendo evidente até o presente estudo, poucas publicações com o uso deste coproduto na dieta de bovinos de corte.

O uso da torta de licuri na alimentação de ruminantes surge como alternativa, que poderá contribuir para melhorar a produtividade e rentabilidade da atividade agropecuária, justificando a busca por mais informações sobre quais coprodutos apresentam potencial para serem empregados nas dietas destes animais, e como eles devem ser utilizados.

As tortas, oriundas da produção de biodiesel, apresentam grande potencial para utilização na alimentação de ruminantes, haja visto que as consideráveis concentrações de proteína e extrato etéreo, que as caracterizam como alimentos proteicos e/ou energéticos, são capazes de permitir o atendimento das exigências nutricionais destas frações pelos animais (Oliveira et al., 2012). Contudo, sua utilização, na alimentação animal irá depender de vários fatores como, proximidade entre localização dos rebanhos e a obtenção da mesma, disponibilidade, características nutricionais, além do seu custo comparado aos ingredientes tradicionais (Carvalho, 1992).

A torta de licuri apresenta variação em sua composição bromatológica (Tabela 1) e este fato pode ser atribuído aos diferentes métodos de beneficiamento ou extração do óleo de licuri e, sendo a composição química um fator importante a ser avaliado antes da inclusão da torta de licuri nas dietas.

Tabela 1. Composição química-bromatológica da torta de licuri, de acordo com vários autores.

Autores	MS	PB	FDNcp	EE	MM	LIG
Borja et al. (2010)	95,70	23,60	51,50*	10,10	7,39	17,30
Carrera et al. (2012)	93,30	18,92	52,18	16,59	-	3,78
Nogueira (2013)	89,47	15,15	46,15	8,17	-	1,69
Gouvêa (2014)	92,68	23,01	51,92*	15,61	6,51	11,63
Miranda et al. (2015)	97,90	22,55	50,80	9,40	-	14,25
Ferreira et al. (2017)	93,20	21,40	37,40	12,70	5,42	-
Bagaldo et al. (2019)	95,70	23,60	50,50*	9,10	7,39	14,30
Costa et al. (2019)	94,89	26,06	52,38	7,30	6,83	22,66
Silva et al. (2021a)	92,70	23,00	51,90	15,60	6,51	-
Silva et al. (2021b)	90,10	22,18	48,64	6,39	6,07	15,55
Média	93,56	21,95	48,49	11,10	6,59	12,65

MS - Matéria Seca; PB - Proteína Bruta; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; *Fibra em detergente neutro; EE - Extrato Etéreo; Matéria Mineral; LIG – Lignina, ambos em porcentagem (%).

De acordo alguns trabalhos disponíveis na literatura (Tabela 1), a composição bromatológica da torta de licuri apresenta amplitude de valores de 89,47 a 97,90% de matéria seca, 15,15 a 29,24% de proteína bruta, 37,40 a 53,53% de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas, 4,96 a 16,59 de extrato etéreo, 5,42 a 7,39% de matéria mineral e 1,59 a 22,66% de lignina. Segundo Costa (2006), a composição bromatológica é afetada, principalmente, pelos processos de extração do óleo, que pode ser mecânico ou por meio da adição de solventes químicos e de alterações nos processos industriais, o que dificulta sua inclusão mais eficiente como componente das dietas.

1.3 Composição centesimal da carne bovina

A composição centesimal pode ser influenciada por vários fatores, entre eles: espécie, raça, sexo, idade, manejo nutricional e peso ao abate (Bonagurio et al., 2004).

Além disso, as características centesimais estão intrinsecamente relacionadas com seus aspectos sensoriais (Freire et al., 2010).

A gordura é o componente mais variável dentro da composição centesimal da carne, e essas quantidades depositadas geralmente são decorrentes do balanço entre energia da dieta e requerimentos metabólicos (Eriksson; Pickova, 2007). Os teores de umidade e gordura apresentam correlação negativa, quando os valores de gordura estão mais elevados, a umidade é menor, sendo recíproco, já os teores de proteína na carne são praticamente constantes. Com exceção da gordura, existe pequena diferença na composição química para a mesma espécie animal e o mesmo músculo estudado (Abrahão et al., 2008; Zorzi et al., 2013).

Os minerais presentes em maior proporção na carne bovina são o fósforo, o potássio, o sódio e o magnésio. Além desses, o ferro, destaca por ser absorvido de 3 a 5 vezes mais rapidamente quando comparado com o obtido em alimentos de origem vegetal. O zinco também encontra-se em concentração considerável (3,5 mg/100g⁻¹) satisfazendo 33% e 50% dos valores diários, para homens e para mulheres, respectivamente (Lawrie, 2005; Pighin et al., 2016).

Os lipídeos totais são definidos como um grupo heterogêneo de compostos, insolúveis em água, classificados em simples, compostos e derivados. Os simples são divididos em ácidos graxos, gorduras neutras e ceras. Os fosfolipídios, glicoproteínas e lipoproteínas são os lipídeos compostos, e a união de três ácidos graxos e um poli-álcool, chamado de glicerol, forma uma estrutura conhecida como triglicerídeo ou derivados (O'keefe, 2002).

A carne bovina é constituída por água, minerais, proteínas e gorduras e, à medida que a idade do animal avança, ocorre um incremento no teor de gordura, redução de água e proteína no corpo. Em animais jovens, o corpo é altamente rico em proteínas e água e, ao atingir a idade de maturidade, ocorre um decréscimo da quantidade desta água e das proteínas e aumento da proporção de gordura no corpo (Fernandes Júnior et al., 2013).

Gouvêa et al. (2016), avaliando a composição centesimal da carne *in natura* de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de inclusão da torta de licuri (0,7,14 e 21%) observaram valores de 74% de umidade, 20% de proteína, 1% de cinzas e 7% de extrato etéreo. Segundo estes autores, o valor de 7% de extrato etéreo foi desejável, pois

teores de EE acima de 4% auxiliam na maciez, sabor e suculência da carne (Duarte et al., 2011).

Prado et al. (2011), avaliando a composição centesimal da carne de bovinos terminados em confinamento encontraram valores médios de 74,1% de umidade, 21,6% de proteína, 1,7% de lipídeos, 1,0% de cinzas e 37,8% de colesterol (mg/100g). Hautrive et al. (2012), avaliando a composição centesimal do corte cárneo (alcatra) de bovino observaram valores de 73,52% de umidade, 22,65% de proteína, 0,98% de cinzas e 2,03% de lipídeos.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios da composição centesimal da carne de bovinos terminados com diferentes estratégias de alimentação. Observa-se uma maior variação nos teores dos lipídeos totais, com valores médios variando de 1,08 a 4,76, confirmando a afirmação de Eriksson & Pickova (2007).

Tabela 2. Composição centesimal da carne de bovinos terminados com diferentes estratégias de alimentação.

Autores¹	Animal/Sistema	Estratégia	Músculo	Umidade%	PB%¹	MM%²	Lipídeos totais%
Correia et al. (2016)	Tourinhos/Confinamento	Níveis de torta de amendoim (0, 33, 66 e 100%)	<i>Longissimus thoracis</i>	73,36	23,66	1,10	4,76
Fruet et al. (2018)	Novilhos/Pastejo/Confinamento	GRAIN ^a SUPP ^b PAST ^c	<i>Longissimus thoracis</i>	76,36	21,23	1,01	1,98
Gesteira et al. (2018)	Novilhos/Confinamento	Extrato de tanino da Acacia negra (0, 10, 30 e 50 g/kg)	<i>Longissimus dorsi</i>	73,45	23,50	1,13	1,97
Costa et al. (2020)	Novilhos/Confinamento	CONT ^d CSSO ^e CSVO ^f MIXT ^g	<i>Longissimus thoracis</i>	74,75	22,68	1,10	1,40
Da Luz et al. (2019)	Novilhos/Pastejo	ICL ^h ICLF-1L ⁱ ICLF-3L ^j	<i>Longissimus thoracis</i>	73,13	23,48	1,11	2,37
Pimentel et al. (2019)	Novilhos/Pastejo	Nitrogenado/energético Mistura Mineral	<i>Longissimus lumborum</i>	74,75	19,26	1,13	2,47
Strada et al. (2019)	Touros/Pastejo	Níveis de glicerina de baixa pureza (%MS)	<i>Longissimus dorsi</i>	73,64	22,76	1,08	1,08
Silva et al. (2021a)	Novilhos/Confinamento	Níveis de torta de licuri (0, 7, 14 e 21%)	<i>Longissimus lumborum</i>	74,58	23,78	0,46	1,09
Soares et al. (2022)	Novilhas/Pastejo	Níveis de torta de dendê (0, 15, 30 e 45%) na MS Suplemento	<i>Longissimus dorsi</i>	72,22	16,84	0,89	5,05
MÉDIA				74,03	21,91	1,00	2,46

¹PB – proteína bruta; ²MM – Materia mineral; ^aGRAIN – 85% grão de milho inteiro+15% suplemento de pellets de proteína-vitamina-mineral (Animais confinados); ^bSUPP – Pasto e concentrado (relação 50:50) (Animais em pastejo); ^cPAST – pastagens de capim-leguminosa composta por aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), trevo branco (*Trifolium repens*) e trevo vermelho (*Trifolium pretense*) (Animais em pastejo). ^dCONT – Carço de algodão e gérmen de milho inteiro; ^eCSSO – Sais de cálcio de óleo de soja; ^fCSVO – Sais de cálcio de palma, soja e óleo de algodão; ^gMIXT – Mistura de semente de algodão integral, gérmen de milho e CSVO; ^hICL – Integração lavoura-pecuária; ⁱILF-1L – Integração lavoura-pecuária-floresta com densidade de 196 ha⁻¹ árvores; ^jILF-3L – Integração lavoura-pecuária-floresta com densidade de 448 ha⁻¹ árvores.

O teor de lipídeos da carne contribui significativamente para melhorar aspectos de qualidade como o sabor, aroma e textura, assim como são essenciais para seu valor nutritivo, por outro lado, pode trazer implicações a saúde humana, pois é considerado um componente que pode ser prejudicial à saúde (Amaral et al., 2018).

Santos et al. (2015), avaliando os níveis de inclusão da torta de licuri (0, 8, 16, 24%), observaram redução no teor de lipídeos da carne de cordeiros, de 3,93 para 2,64%, reduzindo 0,16% para cada aumento nos níveis de torta de licuri, demonstrando o potencial deste coproduto na alimentação animal, assim reduzindo os teores de lipídeos na carne.

1.4 Colesterol da carne bovina

O entendimento quanto ao teor de colesterol na dieta torna-se importante diante das dificuldades de excreção e aos problemas de saúde que podem ser advindos do acúmulo desta substância nos tecidos humanos. A carne bovina apresenta teor de colesterol em torno de 50 mg/100 g, semelhante ao da carne suína e de frango, não justificando sua exclusão ou aversão por parte dos consumidores (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 1995). Segundo recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), a ingestão diária de colesterol deve ser inferior a 300 mg para a população em geral, no entanto, pessoas com histórico de doenças cardiovasculares, recomenda-se consumo diário menor que 200 mg.

O colesterol é um lipídio precursor de hormônios sexuais além de outras funções importantes no organismo, como a participação no metabolismo da gordura e dar rigidez às membranas celulares (Lobato & Freitas, 2006). É constituinte normal de todas as células do corpo, sendo que a maior parte (70%) do colesterol no organismo humano tem sua origem na produção endógena e o restante (30%) é proveniente dos alimentos ingeridos (colesterol exógeno) (Lehninger et al., 2000; Bragagnolo, 2001; Medeiros, 2003). O consumo de colesterol, atrelado a determinadas condições de desequilíbrio hormonal, estresse e outros fatores pré-condicionantes, está relacionado a efeitos negativos a saúde humana, como a formação de cálculos biliares e insuficiência cardíaca (Costa et al., 2002). A principal via de excreção do colesterol é por meio da perda dos sais biliares que escapam da reabsorção no trato digestivo, no entanto, essa fração é mínima.

Segundo alguns trabalhos disponíveis na literatura os teores de colesterol da carne bovina apresentaram variações entre 31,25 a 64,08 mg/100g (Tabela 3).

Tabela 3. Colesterol da carne de bovinos terminados com diferentes estratégias de alimentação.

Autores	Animal/Sistema	Estratégia	Músculo	Colesterol (mg/100g)
Rossato et al. (2010)	Touros/Pastejo	Angus Nelore	<i>longissimus thoracis</i>	41,06
Ito et al. (2012)	Touros/Pastejo	CAR ^a CAN ^b CHC ^c AAC ^d	<i>Longissimus dorsi</i>	36,48
Da Luz et al. (2019)	Novilhos/Pastejo	ICL ^e ICLF-1L ^f ICLF-3L ^g	<i>Longissimus thoracis</i>	50,96
Pimentel et al. (2019)	Novilhos/Pastejo	Nitrogenado/energético/Mistura mineral	<i>Longissimus lumborum</i>	38,71
Silva et al. (2021a)	Tourinhos/Confinamento	Níveis de torta de licuri (0, 7, 14 e 21%)	<i>Longissimus lumborum</i>	64,08
Soares et al. (2022)	Novilhas/Pastejo	Níveis de torta de dendê (0, 15, 30 e 45%) na MS Suplemento	<i>Longissimus dorsi</i>	31,25
MÉDIA				43,76

^aCaracu; ^bCanchin; ^cCharolês x Caracu; ^dAberdeen Angus x Canchin. ^eICL – Integração lavoura-pecuária; ^fILF-1L – Integração lavoura-pecuária-floresta com densidade de 196 ha⁻¹ árvores; ^gILF-3L – Integração lavoura-pecuária-floresta com densidade de 448 ha⁻¹ árvores.

A dieta tem capacidade de alterar o teor de colesterol da carne, demonstrando a importância de investigar níveis adequados de inclusão da torta de licuri nas dietas de pequenos e grandes ruminantes, além disso o teor de colesterol da carne de bovinos alimentados com este coproduto ainda é pouco estudado, necessitando o desenvolvimento de mais pesquisas.

1.5 Perfil de ácidos graxos da carne bovina

A carne bovina está entre os alimentos mais importantes na alimentação humana, devido seu alto valor nutritivo, sendo considerada como fonte de aminoácidos essenciais e proteínas de alto valor biológico. De acordo Sevane et al. (2013) a carne bovina se torna um alimento importante por ser fonte de vitaminas, principalmente as vitaminas B₂ (riboflavina), B₃ (niacina) e B₁₂ (cobalamina), minerais (ferro e zinco) gordura e proteínas de alta qualidade.

A recomendação de ingestão de carne vermelha (bovinos, ovinos e suínos) é de no máximo de 56 g/dia (Dietary Guidelines for Americans, 2010). Essa limitação é com base na suposição de que a ingestão de colesterol e ácidos graxos saturados, presentes na carne, seja a principal causa do desenvolvimento de arteriosclerose e doenças coronarianas, isto devido às características de sua gordura, que apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) em comparação à gordura de não-ruminantes (Lopes et al., 2012).

Os lipídeos presentes na carne bovina estão divididos entre a gordura subcutânea, intermuscular e de marmoreio (intracelular e em adipócitos isolados), no entanto, a gordura intermuscular é o local mais importante de deposição, representando 45% da gordura da carcaça (Arboitte et al., 2011). Segundo estes mesmos autores, os principais tipos de lipídeos encontrados na carne são os triglicerídeos (82%), fosfolipídios (14%), ácidos graxos livres (1,7%) e colesterol (1,6%).

A carne dos ruminantes apresenta concentração maior de ácidos graxos saturados e menor relação poliinsaturados:saturados (AGPI:AGS) em comparação com a carne dos não-ruminantes, e isso é decorrente do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados que acontece devido a ação de microrganismos ruminais (Berg et al., 2006; Nelson et al., 2008). O processo de biohidrogenação ruminal, converte parte dos ácidos

graxos insaturados, provenientes da dieta, em ácidos graxos saturados, o que explica o motivo pelo qual a carne de ruminantes apresenta baixa relação AGPI:AGS, além de maiores concentrações de ácidos graxos saturados.

A biohidrogenação é realizado pelos microrganismos ruminais, considerando-se como uma estratégia de prevenção aos efeitos tóxicos que causam os ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos ruminais, especialmente nas bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários (Bauman et al., 2003; Looor et al., 2004; Maia et al., 2007). É atribuído que a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo, no entanto, têm sido reportados na literatura vários gêneros de bactérias com alguma capacidade de isomerizar e hidrogenar os AGPIs (Escobar et al., 2016; Maia et al., 2007).

A maioria dos ácidos insaturados que têm 18 carbonos (oléico - C18:1, linoléico - C18:2 e linolênico - C18:3,) será convertido em ácido esteárico (C18:0) e os que têm 16 carbonos (palmitoléico - C16:1) em palmítico (C16:0) (Senegalhe et al., 2014). Dentre os ácidos graxos saturados da carne bovina, os de maiores preocupações a saúde humana são os ácidos mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0), que são considerados hipercolesterolêmicos (Ladeira & Oliveira, 2006), enquanto o ácido esteárico (C18:0) parece não ter efeito sobre os níveis de colesterol (Lee et al., 2008). Quando o processo de biohidrogenação não é completo para todos os poliinsaturados, alguns como o ácido linoléico, linolênico e produtos intermediários tais como o CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) e o ácido *trans*-vacênico (C18:1 *trans*-11) alcançam o duodeno e são absorvidos (Holanda et al., 2011).

Em animais alimentados a pasto, o ácido linolênico está presente e é o mais abundante em gramíneas e outras forragens, tornando-se, o principal substrato para biohidrogenação, já em animais alimentados com concentrados, o principal substrato para a biohidrogenação é o ácido linoléico, apresentado em maior teor nesses alimentos (Toral et al., 2018). Bovinos alimentados com dietas contendo grãos possuem menor quantidade de CLA na carne quando comparado com a quantidade obtida na carne de bovinos a pasto, o consumo de concentrados reduz o pH ruminal e conseqüentemente ocorre redução da atividade da *B. fibrisolvens*, ao contrário das dietas à base de pasto, que prevê um ambiente ruminal mais favorável para a síntese bacteriana subsequente (Pethick et al., 2004; Ribeiro et al., 2015).

De acordo Todaro et al. (2004), animais terminados a pasto tendem apresentar concentração mais elevada de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), sendo benéfica à saúde humana. Isso se deve ao alto conteúdo de ácidos graxos n-3 (C18:3) presente nas forragens, enquanto que uma dieta rica em concentrado apresenta maiores níveis de ácido linoléico (C18:2), precursor da série (n-6) (Ponnampalam et al., 2014). Esse fato se deve provavelmente devido às modificações bioquímicas ocorridas no rúmen, visto que uma dieta à base de concentrado e com elevada presença de carboidratos de rápida degradação, contribui para um menor tempo de retenção do alimento no rúmen, e um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os ácidos graxos insaturados (Bessa et al., 2005).

Os ácidos graxos essenciais para os seres humanos são o ácido linoléico (18:2n-6), o precursor das prostaglandinas, e o ácido linolênico (18:3n-3). O ácido araquidônico torna-se essencial se o seu precursor, ácido linoléico, está ausente na dieta. Por ação das enzimas Δ^6 dessaturase e elongase, converte-se em ácido araquidônico (C20:4), que é responsável pela formação de compostos similares aos hormônios denominados prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos e prostaciclina que são importantes na regulação de ampla diversidade de processos fisiológicos (Okeudo & Moss, 2007).

O ácido oléico, é caracterizado por apresentar ação anticarcinogênica, e hipocolesterolêmica, promovendo a redução do colesterol total e LDL (Schwingshackl & Hoffmann, 2012). Valores mais altos de ácido oléico são desejáveis por terem ação hipocolesterolêmica, uma vez que esse ácido é considerado uma gordura saudável, com isso pode diminuir a concentração circulante do colesterol LDL no ser humano, com a vantagem de não diminuir o colesterol HDL e agir para proteger contra doenças cardíacas coronárias (Freitas, 2006; Kwon & Choi, 2015).

A característica do perfil lipídico da carne de ruminantes está intimamente ligada ao metabolismo ruminal, visto que alterações na fermentação ruminal têm capacidade de modificar o perfil lipídico da carne (Urbano et al., 2014), sendo assim, é possível através da dieta fornecida aos animais, modificar o conteúdo dos diferentes ácidos graxos na musculatura e alterar as relações entre eles, tornando a carne mais saudável para os humanos.

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos confinados, em função das estratégias de alimentação (Sami et al., 2006; Fernandes et al., 2009; Bressan et al., 2011). Essas pesquisas têm mostrado respostas

diferenciadas para o perfil de ácidos graxos da carne, em decorrência da dieta ofertada. Silva et al. (2021a) testando níveis de substituição do farelo de soja pela torta de licuri em dietas para tourinhos em confinamento, demonstraram que a torta de licuri em até 21% da MS total da dieta em substituição total ao farelo de soja pode modificar a biohidrogenação ruminal.

Ainda é escasso na literatura publicações com o uso desse coproduto na dieta dos ruminantes, principalmente, avaliando o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos. Pesquisas mais recentes com bovinos e cordeiros, respectivamente (Silva et al., 2021a; Costa et al., 2018), buscaram qualificar e determinar níveis ótimos de inclusão da torta de licuri na dieta desses animais, tentando melhorar a qualidade da carne, além da possibilidade de redução dos custos com alimentação e aumento da rentabilidade dos sistemas de produção (Oliveira et al., 2012).

Costa et al. (2018) testando níveis de inclusão da torta de licuri (0, 8, 16 e 24%) na dieta de cordeiros, observaram uma tendência no aumento dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). Essa tendência de aumento no AGPI é importante, visto que eles estão localizados nas membranas celulares e são precursores de diferentes eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos), que atuam como mensageiros da célula e reguladores metabólicos e cujas funções específicas são de particular interesse no estudo de doenças cardiovasculares (Wood et al., 2008; Parodi, 2016; Anderson & Ma).

1.6 Ácidos Graxos Ômega 3 e Ômega 6

A composição do ômega 3 e 6 é feita a partir da somatória dos ácidos graxos poliinsaturados n-3 ou n-6, entretanto os principais ácidos graxos constituintes são o 18:3n-3 e 18:2n-6, respectivamente (Wood et al., 2008). Entretanto, apesar de serem ácidos graxos benéficos à saúde humana, a relação n-6/n-3 recomendada pela FAO (2010) é que seja menor ou igual a 4.

A alta proporção dos ácidos graxos ômega-6 a n-3 tem sido questionada pelos órgãos de saúde, pois alta concentração de ácidos da série ômega-6 são associados ao aumento desproporcional dos eicosanóides a partir do ácido araquidônico, podendo ocasionar em respostas alérgicas e inflamatórias, como aumento da agregação plaquetária, viscosidade sanguínea, vasoespasmos e vasoconstrição (Simopoulos et al., 2008).

Os ácidos graxos da família ômega-3 e ômega-6 são de extrema importância na dieta humana, visto que estes não são sintetizados pela síntese de novo e são precursores dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia muito longa, como os ácidos eicosapentaenóico, docosahexaenóico e araquidônico (Perini et al., 2010). Estes mesmos autores afirmam que os ácidos graxos dessa família, desempenham funções importantes no organismo, como a síntese de eicosanóides que estão envolvidos diretamente no sistema imune e nas respostas inflamatórias.

Na saúde humana, os ômega-3 representados principalmente pelo ácido graxo α -linolênico, caracteriza-se por ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de doenças, como câncer, artrite, depressão e mal de Alzheimer (Colussi et al., 2017; Lof et al., 2010).

Os ômega-6 representados principalmente por o ácido graxo linoléico, participam na estrutura de membranas celulares, interferem na viscosidade do sangue, na reação inflamatória e em funções plaquetárias (Colussi et al., 2017; Pighin et al., 2016); quando são consumidos dos alimentos, o metabolismo humano consegue alongar e o dessaturar esses ácidos em ácidos graxos de cadeia longa; como o ácido araquidônico proveniente do ácido linoléico, e o ácido eicosapentaenoico (C20:5n-3; EPA) e ácido docosahexaenóico (C22:6n-3; DHA) proveniente do ácido α -linolênico, todos relacionados com a produção de eicosanóides (Colussi et al., 2017).

Os eicosanóides provenientes do ácido araquidônico são biologicamente ativos em pequenas concentrações e, em elevadas quantidades, favorecem a síntese de eicosanóides inflamatórios e contribuem para formação de trombos e ateromas. Quando seres humanos ingerem ácidos graxos n-3, os EPA e DHA provenientes da dieta, substituem parcialmente os ácidos graxos n-6, principalmente, o ácido araquidônico nas membranas e células do fígado. Portanto, o metabolismo dos eicosanóides provenientes do ácido araquidônico é alterado, favorecendo a formação de eicosanóides anti-inflamatórios (Givens et al., 2006; Lof et al., 2010).

Nesta vertente, deve-se ter um equilíbrio nos ácidos graxos n-6 e n-3, pois são de grande importância na redução do risco de inflamação e desordens autoimunes como diabetes, doenças cardíacas coronárias, hipertensão, diabetes e artrite (Vahmani et al., 2015). Por outro lado, é desejável maior concentração dos ácidos graxos n-3 com destaque para o ácido α -linolênico (18:3n-3) e seus produtos de alongamento e desnaturação, o eicosapentaenóico (EPA), o ácido docosapentaenóico (DPA) e docosaenoico ácido (DHA), pois são ácidos graxos de maiores benefícios à saúde.

Em carnes de animais alimentados a pasto a relação n-6/n-3 é menor quando comparado com animais alimentados em confinamento ou com alto teor de grãos (Ribeiro et al., 2015). Eriksson & Pickova (2007), avaliando a relação de ácidos graxos n-6/n3 no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de corte, encontraram 1,26 para os animais terminados em pastejo, já em animais alimentados com silagem e grãos esta relação foi maior (1,50).

1.7 Ácido linoléico conjugado (CLA)

O CLA presente na carne bovina é caracterizado por ter grandes benefícios na saúde humana, bem como os AGP (ácidos graxos poliinsaturados) das famílias ômega-3 e ômega-6 (Darley et al., 2010; Pighin et al., 2016). Entretanto, os AGS (ácidos graxos saturados) presentes na carne são reconhecidos pelo consumidor, porque elevam a concentração plasmática de colesterol e de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Givens et al., 2006; Howe et al., 2006).

O CLA tem duas duplas ligações separadas por apenas uma ligação simples (insaturação conjugada), as posições 9 e 11 ou 10 e 12 são onde acontece a conjugação (Torral et al., 2018). O isômero do CLA mais abundante, além de ser a forma biologicamente ativa, é o C18:2 cis-9, trans-11 (ácido rumênico), que representa cerca de 80% do total de CLA na gordura intramuscular e subcutânea de bovinos (Bauman et al., 2003; Evans et al., 2002). No tecido adiposo, o CLA também pode ser transformado através da enzima Δ^9 dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 trans-11) (Griinari et al., 2000).

O ácido linoléico conjugado (CLA), encontrado apenas em produtos de ruminantes, tem se mostrado como anticarcinogênico, antiarterosclerose, antitrombótico, hipocolesterolêmico, imunestimulatório, atuando no aumento de massa muscular, reduzindo a gordura corporal e prevenindo diabetes (Lobato & Freitas, 2006).

O perfil de ácidos graxos saturados presentes na gordura corporal dos ruminantes é resultante do metabolismo ruminal, que provoca modificação nos ácidos graxos da gordura da dieta por meio da biohidrogenação realizada pelos micro-organismos ruminais, (Jenkins, 1993; Palmquist, 1993), como descrito anteriormente. Esse processo de biohidrogenação no ambiente ruminal tem como finalidade hidrogenar a cadeia de

ácidos graxos insaturados como forma de neutralizar seu efeito tóxico aos microorganismos ruminais.

É importante considerar que a carne bovina apresenta quantidades significativas de ácido linoléico conjugado cis-9 trans-11 (CLA) que possui efeito anti carcinogênico (Bauman & Griinari, 2001), como também promove a inibição de radicais livres, alteração na composição e no metabolismo do tecido adiposo, imunomodulação, atividade antibacteriana e antidiabéticas.

Apesar da quantidade de CLA ser pequena nos produtos oriundos de ruminantes, 1,7 a 10,8 mg CLA/g de gordura da carne (Mir et al., 2004), o seu efeito é altamente significativo para a nutrição humana (Wood et al., 2008). Além disso, o aumento na concentração dos ácidos graxos insaturados promove melhora na saúde humana, em decorrência da participação desses ácidos graxos em processos metabólicos vitais, como a estrutura de membrana celular e processos imunológicos (Kremmyda et al., 2011; Trzicka et al., 2011).

Durante o processo de biohidrogenação pela ação de microrganismos ruminais, o ácido linoléico (C18:2 n-6) passa inicialmente a rumênico (CLA - C18:2, cis9 trans11), passando depois a ácido vacênico (C18:1, trans11) e, posteriormente, a esteárico (C18:0) (Bauman et al., 2000). Logo, esses ácidos graxos são absorvidos pelos animais e alcançam os tecidos. Pela ação da enzima Δ^9 -dessaturase nos tecidos, o ácido esteárico pode ser transformado em ácido oléico (C18:1, cis9) e o ácido vacênico (C18:1, trans-11). Essa rota pode ser afetada pela presença de concentrados na dieta. A presença de concentrados na dieta tende a diminuir o pH ruminal, diminuindo a lipólise e, conseqüentemente, diminuição na extensão da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen.

A produção do ácido linoléico conjugado é maior em animais criados a pasto, mas dificilmente ultrapassa os 20 mg/g gordura. Porém, dietas a base de feno e grãos podem ter o valor de CLA ultrapassando esse valor por suplementos contendo ácido linoléico.

Dietas contendo amido promovem acréscimo da insulina plasmática, da lipogênese e da atividade da enzima Δ^9 dessaturase (Sinclair, 2007), inferindo que houve dissociação ruminal dessa fonte de lipídeos, proporcionando o aporte de C18:1 trans-11, intermediário no processo de biohidrogenação no rúmen, tendo sua absorção aumentada no intestino, estimulando a produção de ácido rumênico nos tecidos, a partir da ação da Δ^9 -dessaturase (Gois et al., 2016).

1.8 Referências bibliográficas

ABRAHÃO, J.J.S.; MARQUES, J.A.; MACEDO, L.M.; PRADO, J.M.; VISANTAINER, J.V; PRADO, I.N. Composição química e perfil de ácido livre do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Acta Sci. Anim. Sci**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 443-449, 2008.

AMARAL, A.B.; SILVA, M.V.; & LANNES, S.C.S. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. **Food Science and Technology**, v.38, p.1-15, 2018.

ANDERSON, B.M.; MA, D.W.L. Are all n-3 polyunsaturated fatty acids created equal? **Lipids in Health and Disease**. 33:1-20, 2009.

BAGALDO, A.R., MIRANDA, G.S., JÚNIOR, M.S., DE ARAÚJO, F.L., MATOSO, R.V.M., CHIZZOTTI, M. L., BEZERRA, L.R., OLIVEIRA, R.L. Effect of licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior, carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Rumin. Res.** 177, 18–24, 2019.

BARLETTA, R. V.; GANDRA, J. R.; BETTERO, V. P.; ARAÚJOA, C. E.; VALLE, T. A. D.; ALMEIDA, G. F.; RENNÓ, F. P. Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows: Oilseed provides ruminal protection for fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, n.219, p.111-121, 2016.

BAUMAN, D. E; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; GRIINARI, D. J. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, n.E-Suppl, p.1-15, 2000.

BAUMAN, D.E.; & GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science.**, v.70, p.15-29, 2001.

BAUMAN, D.E.; PERFIELD, J.W.; VETH, M.J.; LOCK, A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **In Proc. Cornell Nutr. Conf.** NY, USA: Cornell University. v.65, p.175-189, 2003.

BEAM, T.M., JENKINS, T.C., MOATE, P.J., KOHN, R.A.; PALMQUIST, D.L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v.83(11), p.2564-2573, 2000.

BERCHIELLI, T.T., PIREZ, A.V., & OLIVEIRA, S.G.D. **Nutrição de ruminantes**. FUNEP, 2006.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Biochemistry** New York, NY: W.H. Freeman and Company, 6th ed., p. 1026, 2006.

BESSA, R. J. B.; PORTUGAL, P. V.; MENDES, I. A.; SANTOSSILVA, J. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid

composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated Lucerne or concentrate. **Livestock Production Science**, n. 96, p. 185–194, 2005.

BEZERRA, L.S.; BARBOSA, A.M.; CARVALHO, G.G.P.; SIMIONATO, J.I.; FREITAS Jr, J.E.; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; PEREIRA, L.; SILVA, R.R.; LACERDA, E.C.Q.; CARVALHO, B.M.A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Sci.** v. 121, p. 88-95. 2016.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; SANTOS, C.L.; LIMA, A.L. Composição Centesimal da Carne de Cordeiros Santa Inês Puros e de seus Mestiços com Texel Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, p.2387-2393, 2004.

BONDAR, G.O. 1938. **Licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira. Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia** 2:18.

BOONEN, R., AERTS, S., MEGANCK, M., DE TAVERNIER, J., LIPS, D., DECUYPERE, E. Feed efficiencies in animal production: a non-numerical analysis. In: Potthast, T., Meisch, S. (Eds.), *Climate Change and Sustainable Development*. Wageningen Academic Publishers, Netherlands, p. 196-201. 2012.

BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, C.VD.M, BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, T.M.; LIMA, L.S.; BARBOSA, L.P. Effects of feeding licury (*Syagrus coronate*) cake to growing goats. **Asian - Australasian Journal of Animal Science**. v.23, n.11, p.1436-1444, 2010.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Via internet, 2001.

BRAGAGNOLO, N.; & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carnes de frango. **Revista Farmácia e Bioquímica**, v.28, n.2. p.122-131, 1992.

BRESSAN, M.C.; ROSSATO, L.V.; RODRIGUES, E.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R.J.; RAMOS, E.M.; GAMA, L.T. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v.89, p.221-232, 2011.

CARRERA, R.A.B.; VELOSO, C. M.; KNUPP, L.S.; JÚNIOR, A.H.S.; DETMANN, E.; LANA, R.P.; FIGUEIREDO, M.R.P. Protein co-products and byproducts of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1202-1211, 2012.

CARVALHO, F.C. Disponibilidade de resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos agrícolas. *Informações Econômicas*, v.22, n.12, 1992.

COLUSSI, G., CATENA, C., NOVELLO, M., BERTIN, N., & SECHI, L. A. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: relevance

for cardiovascular outcomes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.27, n. 3, p.191-200, 2017.

CORREIA, B.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, R.L.; PIRES, A.J.V.; RIBEIRO, O.L.; SILVA, R.R.; LEÃO, A.G.; SIMIONATO, J.I.; CARVALHO, B.M.A. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat Sci.** v. 118, p 157–163, 2016.

COSTA, C.; RIZZIERI, R.; MELO, G.; MÜLLER, L.; ESTEVAN, D.; PACHECO, R.; MILLEN, D.; PEREIRA, A.; ZANATTA, M., CAPPELLOZZA, B.; CERVIERI, R.; MARTINS, C.; ARRIGONI, M. Effects of fatty acid profile of supplements on intake, performance, carcass traits, meat characteristics, and meat sensorial analysis of feedlot *Bos indicus* bulls offered a high-concentrate diet. **Translational Animal Science**, v.4, 2020.

COSTA, D.A. **Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2006.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L.F.G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo Longissimus dorsi de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.

COSTA, E.G.L.; DA SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; PORTO JR, A.F.; SANTIAGO, B.M.; ROCHA, L.C.; CRUZ, A.G.; GUEDES, A.C.; MARTINS NETO, T.; VIEIRA, E.A. Inclusion of licuri meal in the diet of pasture dairy cows. **Trop Anim Health Prod**, v. 51, p. 2505–2511, 2019.

COSTA, J.B.C., OLIVEIRA, R.L., SILVA, T.M., BARBOSA, A.M., BORJA, M.S., PELLEGRINI, C.B., OLIVEIRA, V.S., RIBEIRO, R.D.X., BEZERRA, L.R. Fatty acid, physicochemical composition and sensory attributes of meat from lambs fed diets containing licuri cake. **PLoS ONE**, v. 13, p. 1-15. 2018.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. de V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.

CUPPARI, L. **Nutrição: nutrição clínica no adulto**. Barueri: Manole, 2005. 145 p.

DA LUZ, P.A.C.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G.C.; ARANHA, H.S.; TRIVELIN, G.A.; MATEUS, G.P.; SANTOS, C.T.; FRANCISCO, C.L.; CASTILHOS, A.M.; JORGE, A.M. Effect of integrated crop-livestock systems in carcass and meat quality of Nellore cattle. **Livestock Science**, v.220, p.83-92, 2019.

DARLEY, C.A.; ABBOT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S.; DE SEMET, S.R.; DEMEYER, D. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v.9, 2010.

DUARTE, M.S.; PAULINO, P.V.R.; FONSECA, M.A.; DINIZ, L.L.; CAVALI, J.; SERÃO, N.V.L.; GOMIDE, L.A.M.; REIS, S.F.; COX, R.B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, v. 88, p. 441–446, 2011.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Dietary guidelines for americans**, 112 p., 2010.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease: report of the cardiovascular review group**. London: HMSO, 1994. (report on health and social subjects; 46).

ERIKSSON, S.F.; & PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden—A comparison between seasonal diets. **Meat science**, v.76(4), p.746-754, 2007.

ESCOBAR, M., VLAEMINCK, B., JEYANATHAN, J., THANH, L.P., SHINGFIELD, K.J., WALLACE, R.J., & FIEVEZ, V. Effect of adsorbants on in vitro biohydrogenation of 22: 6n-3 by mixed cultures of rumen microorganisms. **Animal**, v.10, n. 9, p.1439-1447, 2016.

EVANS, M.E., BROWN, J.M., & MCINTOSH, M.K. Reviews: current topics: isomer-specific effect of conjugated linoleic acid (CLA) adiposity and lipid metabolism. **J Nutr Biochem**, v.13, p.508-516, 2002.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation. **FAO food and nutrition paper**, v.91, p.180, 2010.

FERNANDES JÚNIOR, F.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I, Y.; SILVA, L.D.F.; BARBOSA, M.A.A.F.; PRADO, O.P.P.; PEREIRA, E.S.; PIMENTE, P.G.; CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3999-4014, 2013.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R.R.; OLIVEIRA, E.A.; SILVA, T.M. da. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.705-712, 2009.

FERREIRA, A.C.; VIERA, J.F.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS JUNIOR, J.E.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, P. de A.; OLIVEIRA, R.L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal Journal**, v.11, n.11, p.1957-1965. 2017.

FREIRE, M.T.A.; NAKAO, M.Y.; GUERRA, C.C.; CARRER, C.C.; SOUZA, S.C.; TRINDADE, M.A. Determinação de parâmetros físico-químicos e de aceitação sensorial

da carne de cordeiros proveniente de diferentes tipos raciais. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.481-486, 2010.

FREITAS, A.K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia.

FRUET, A.P.B.; TROMBETTA, F.S. STEFANELLO, C.S.; SPERONI, J.Z.; DONADEL, A.N.M.; DE SOUZA; ROSADO JÚNIOR, A.; TONETTO, C.J.R.; WAGNER, A.; DE MELLO. NÖRNBERG, J.L. Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. **Meat Science**, v.140, p.112-118, 2018.

GESTEIRA, S.M.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.D.X.; RIBEIRO, C.V.D.M.; PEREIRA, E.S.; LANNA, D.P.D.; PINTO, L.F.B., ROCHA, T.C., VIEIRA, J.F.; BEZERRA, L.R. 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**, v.83, 1366–1372, 2018.

GIVENS, D.I.; KLIEM, K.E.; GIBBS, R.A. The role of meat as a source of n– 3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat science**, v.74, n. 1, p.209-218, 2006.

GOIS, G.C.; PESSOA, R.M.S.; SILVA, E.G.; MACEDO, A.; LAURENTINO, A.B.; BATISTA, M.V.S. Composição de ácidos graxos na carne ovina. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**. v. 12, n. 3, 2016.

GOUVÊA, A.A.L. **Qualidade da carne e de produtos cárneos de tourinhos anelados submetidos a dietas com torta de licuri**. 2014. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2014.

GOUVÊA, A.A.L.; OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; BEZERRA, L.R.; ASSIS, D.Y.; ALBUQUERQUE, I.R.; PELLEGRINI, C.B.; ROCHA, T.C. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. **J. Sci. Food Agric**. v. 97, p. 2147–2153, 2016.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta (9) - desaturase. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*. **Elsevier Science Publishing**, New York, NY, p. 285–322, 1988.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A.C.; & KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alim. Nutr**. v. 23, 327–334, 2012.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoléico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.5, n.3, p.221-229, 2011.

HOOPER, L.; MARTIN, N.; ABDELHAMID, A.; DAVEY SMITH, G. 2015. Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 6. Art. No.: CD011737.

HOWE, P., MEYER, B., RECORD, S., & BAGHURST, K. Dietary intake of long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. **Nutrition**, v.22, n. 1, p.47-53, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2020). Extração vegetal e Silvicultura. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/16/0?tipo=grafico&indicador=12821>> Acesso em: Acesso em: 23 set. 2021.

ITO, R.H.; VALERO, M.V.; PRADO, R.M.; RIVAROLI, D.C.; PEROTTO, D.; PRADO, I.N. Meat quality from four genetic groups of bulls slaughtered at 14 months old. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 4, p. 425-432, 2012.

JENKINS, T.C.1993. Lipid metabolism in the rumen. **Jornal Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863.

JESUS, I.B.; BAGALDO, A.R.; BARBOSA, L.P.; OLIVEIRA, R.L.; G. N., Américo, F; SILVA, T. M.; MACOME, F.M; RIBEIRO, Cláudio, V.M. Níveis de óleo de licuri [*Syagrus coronata* (Martius) Beccari] na dieta de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.4, p. 1163-1175, 2010.

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **J Anim Sci**, v.22, n.9, p.1341-50, 2009.

KREMMYDA, L.S.; TVRZICKA, E.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease: a review. part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc**, Czechoslovakia Republic, v. 155, n. 3, p. 195-218, 2011.

KWON HN.; & CHOI CB. Comparison of lipid content and monounsaturated fatty acid composition of beef by country of origin and marbling score. **Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 1806-1812, 2015.

LADEIRA, M.M.; & OLIVEIRA R.L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. In: **II Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte**. Anais... Brasília-DF, 2006, p. 13.

LAWRIE R.A. **Ciência da carne**, 6a ed. Porto Alegre: Artmed; p384, 2005.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202p.

LEE, J.H.; KOUAKOU, B.; KANNAN G. Chemical composition and quality characteristics of chevon from goats fed three different post-weaning diets. **Small Ruminant Research**, v.75, p.177–184, 2008.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. The biosynthesis of lipids. In: LEHNINGER, A.L. (Ed.) **Principles of Biochemistry**. 3ed. New York: Worth Publishers, 2000. p. 770-817.

LIN, J.; ZHANG, S.M.; COOK, N.R.; REXRODE, K.M.; LEE, I.M.; BURING, J.E. Body mass index and risk of colorectal cancer in women (United States). **Cancer Causes & Control**, v. 15, n. 6, p. 581-589, 2004.

LOBATO, J.F.V.; & FREITAS, A.K. **Carne bovina: mitos e verdades**. Pecuária Competitiva – Federacite, Porto Alegre, p. 93-115, 2006.

LOF, M.; OLIVO-MARSTON, S.; HILAKIVI-CLARKE, L. n-6 Polyunsaturated fatty acids and cancer. **In Bioactive compounds and cancer**. Humana Press, Totowa, NJ. P. 275-307, 2010.

LOOR, J.J., UEDA, K., FERLAY, A., CHILLIARD, Y., DOREAU, M. Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 8, p. 2472-2485, 2004.

MACHADO, M.; LAGE, J. F.; RIBEIRO, A. F.; SIMONETTI, L. R.; OLIVEIRA, E. A.; BERCHIELLI, T. T. Quality of aged meat of young bulls fed crude glycerin associated with different roughage sources. **Revista Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 167-172, 2015.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MAIA, M.R., CHAUDHARY, L.C., FIGUERES, L., & WALLACE, R.J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v.91, n. 4, p.303-314, 2007.

MARSET, J.B.; COMAS, M.T.; BASSOLS, M.M.; RODRÍGUEZ, E.B. Ácido estearico cardiovascular. **Actividad dietetic**, v. 13, n. 4, p. 161-172, 2009.

MCGRATH, J., DUVAL, S.M., TAMASSIA, L.F.M., KINDERMANN, M., STEMMLER, R.T., GOUVE, V. N., ACEDO, T.S., IMMIG, I.; WILLIAMS, S.N.; CELI, P. Nutritional strategies in ruminants: a lifetime approach. **Res. Vet. Sci.**, v. 116, p.28-39. 2017.

MEDEIROS, S.R. Modulação do perfil lipídico de bovinos: implicações na produção e aceitação da carne. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite**. Goiânia: CBNA, 2003. p. 43-72.

MIR, P.S.; McALLISTER, T.A.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. **The American journal of clinical nutrition**, v. 79, n. 6, p. 1207-1211, 2004.

MIRANDA, G. S.; SANTOS, W. A. A. C.; MAZZA, BAGALDO, P. S. H.; A. R. BASTOS, M. S. SANTOS, R. N. S.; HORA, D. I. C.; CARDOSO, S. M. S. **Avaliação da composição bromatológica da torta do licuri (*Syagrusc coronata*)**. X Congresso Nordestino de Produção Animal-CNPA, Teresina-PI. 2015.

NELSON, D. L.; COX, M.; LEHNINGER, M. **Principles of biochemistry**. New York, W. H. Freeman and Company, 6th ed., p. 1158, 2008.

NOBLICK, L.R. Palmeiras das caatingas da Bahia e as potencialidades econômicas. **Simpósio sobre a Caatinga e sua Exploração Racional**, Brasília, DF, EMBRAPA, p.99-115, 1986.

NOGUEIRA A.S. **Torta de licuri na alimentação de ovinos**. 2013. 89p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa.

O'KEEFE, S.F. 2002. **Nomenclature and classification of lipids**. Food Science And Technology-New York-Marcel Dekker-, ed. 2, p. 1-40.

OKEUDO, N. J.; MOSS, B. W. Intramuscular lipid and fatty acid profile of sheep comprising four sex-types and seven slaughter weights produced following commercial procedure. **Meat Science**, n. 76, p. 195-200, 2007.

OLIVEIRA, C.H.A.; SILVA, A.M.; SILVA, L.M.; VAN TILBURG, M.F.; FERNANDES, C.C.L.; MOURA, A. A.; MORENO, F.B.M.B.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; MOREIRA, R.A.; BEZERRA, F.J.; RONDINA, D. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. **Meat Science**, v. 106, p.6-24. 2015.

OLIVEIRA, R.L.; CÂNDIDO, E.P.; LEÃO, A.G. A nutrição de ruminantes no Brasil. In: Tópicos especiais em ciência animal I - coletânea da I jornada científica da pós-graduação em ciências veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 169, 2012.

PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. 1993. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal Dairy Science**, v. 76, p. 1353- 1364.

PARODI, P.W. Dietary guidelines for saturated fatty acids are not supported by the evidence. **Int Dairy J**. 52:115–123, 2016.

PERINI, J. Â. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista Nutrição**, Campinas, SP, v. 23, n. 6, 2010.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; & ODDY, V.H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, n. 7, p.705-715, 2004.

PIGHIN, D.; PAZOS, A.; CHAMORRO, V.; PASCHETTA, F.; CUNZOLO, S.; GODOY, F.; MESSINA, V.; PORDOMINGO, A.; GRIGIONI, G. A contribution of beef to human health: a review of the role of the animal production systems. **The Scientific World Journal**, v. 2016, p. 10, 2016.

PIMENTEL, L.R.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; ROCHA, W.J.B.; SOUZA, S.O.; COSTA, E.N.; COSTA, E.G.L. Physicochemical characterization and lipid profile of meat from crossbred steers receiving different supplementation. **Ciência Rural**, v. 49, n. 11, 2019.

PONNAMPALAM, E. N.; BUTLER, K. L.; JACOB, R. H.; PETHICK, D. W.; BALL, A. J.; EDWARDS, J. E. H.; HOPKINS, D. L. Health beneficial long chain omega-3 fatty acid levels in Australian lamb managed under extensive finishing systems. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 1104-1110, 2014.

PRADO, I. N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de tourinhos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1461-1476, 2011.

QUEIROGA, R.C.R.E.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; PEREIRA, R.A.G.; BOMFIM, M.A.D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção da tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, n.3, p.793-808, 2009.

RAMALHO, C. I. LICURI (*Syagrus coronata*). 2006. Disponível em: <<http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/pdf/licuri.pdf>>. Acesso em: 23/07/2021.

RIBEIRO, F.G.; JORGE, A.M.; FRANCISCO, C.D.L.; CASTILHOS, A.M.; PARIZ, C.M.; SILVA, M.B. Synbiotics and sodic monensin on performance and meat quality of Angus crossbred heifers on feedlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n. 10, p.958-966, 2015.

ROSSATO, L.V., BRESSAN, M.C., RODRIGUES, E.C., GAMA, L. T., BESSA, R.J. B., & ALVES, S.P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p.1127-1134, 2010.

SAINZ, R.D., & HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. **Modelling nutrient utilization in farm animals**, v.1, p.175-182, 2000.

SALAMI, S. A., O'GRADY, M. N., LUCIANO, G., PRIOLO, A., MCGEE, M., MOLONEY, A. P., & KERRY, J. P. Fatty acid composition, shelf-life and eating quality of beef from steers fed corn or wheat dried distillers' grains with solubles in a concentrate supplement to grass silage. **Meat Science**, v. 173, 108381, 2021.

SAMI, A.S.; KOEGEL, J.; EICHINGER, H.; FREUDENREICH, P.; SCHWARZ, F.J. Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of Simmental bulls. **Animal Research**, v.55, p.287-299, 2006.

SANTOS, F.M.J.D.R. SANTOS, F.A.L. DE CARVALHO, M.A.A. QUEIROZ, S.M. YAMAMOTO, O.D. GUIMARÃES. Licury cake in lamb feed: Characteristics of carcass and non-carcass components. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.39, p.260– 268, 2015.

SCHWINGSHACKL, L.; & HOFFMANN, G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. **Nutrients**, v.4, p.1989-2007, 2012.

SENEGALHE, F. B. D.; MACEDO, F. A. F.; MORA, N. H. A. P.; GUALDA, T. P.; RADIS, A. C.; QUEIROZ, E. O.; MACEDO, F. G. Composição química da carne de cordeiros abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.3, p.740-753, 2014.

SEVANE, N.; NUTE, G.; SAÑUDO, C.; CORTES, O.; CAÑON, J.; WILLIAMS, J.; DUNNER, S. Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. **Livest. Sci.** v. 160, p. 1-1, 2014.

SILVA, L. F., BARBOSA, A. M., JÚNIOR, J. M. DA S., OLIVEIRA, V. DA S., GOUVÊIA, A. A., SILVA, T. M., LIMA, A. G. V. DE O., NASCIMENTO, T. V. C., BEZERRA, L. R., & OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from *Longissimus lumborum* of young bulls fed diets with containing licuri cake. Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, October, 104775, 2021.

SILVA, W.P.; SANTOS, S.A.; CIRNE, L.G.A.; PINA, D.S.; ALBA, H.D.R.; RODRIGUES, T.C.G.C.; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; LIMA, V.G.O.; GALVÃO, J.M.; NASCIMENTO, C.O.; RODRIGUES, C.S.; CARVALHO, G.G.P. Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**, v. 244, 104391, 2021.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Exp Biol Med.** v. 233, p. 674–88, 2008.

SINCLAIR, L. A. Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: a review. **Journal of Agricultural Science**, n. 145, p. 419-434, 2007.

SOARES, C.; ROSSA, F.; SILVA, F.F.; SILVA, A.P.; SANTOS, L.V.; LIMA JÚNIOR, D.M.; SILVA, R.R. Effect of palm kernel cake inclusion in the supplement of pasture-finished heifers on performance, carcass traits, and meat quality. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, p. 1-17, 2022.

STRADA, E.S.O.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; BARBOSA, L.P.; PRADO, I.N.; ARAÚJO, F.L.; MATOS, L.H.A.; CRUZ, O.T.B.; LIMA JÚNIOR, D.M. Fatty acid composition of beef cattle finished on tropical pasture and supplemented with crude glycerin. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 993-1000.

TODARO, M.; CORRAO, A.; ALICATA, M.L.; SCHINELLI, R.; GIACCONE, P.; PRIOLO, A. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. **Small Ruminant Research**, n. 54, p. 191-196, 2004.

TORRES, R.D.N.S.; BERTOCO, J.P.A.; ARRUDA, M.C.G.; MELO, C.L.; PASCHOALOTO, J.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; ALMEIDA, M.T.C. The effect of dietary inclusion of crude glycerin on performance, ruminal fermentation, meat quality and fatty acid profile of beef cattle: Meta-analysis. **Research in Veterinary Science**, v. 140, p. 171-184, 2021.

TVRZICKA, E.; KREMMYDA, L.S.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease -a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc**, Czechoslovakia Republic, v. 155, n. 2, p. 117-30, 2011.

URBANO, S.A.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.P.F.; LIMA JÚNIOR, D.M.; ANDRADE, R.P.X. Fontes de gordura sobre a modulação do perfil lipídico da carne de pequenos ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, p. 147-171, 2014.

VAHMANI, P.; MAPIYE, C.; PRIETO, N.; ROLLAND, D.C.; MCALLISTER, T.A.; AALHUS, J.L.; DUGAN, M.E.R. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 6, n. 1, 2015.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WOOD, J.D, ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R, RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I, WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Sci**. 78:343–358, 2008.

YAGOUBI, Y., JOY, M., RIPOLL, G., MAHOUACHI, M., BERTOLÍN, J.R., ATTI, N., 2018. Rosemary distillation residues reduce lipid oxidation, increase alpha-tocopherol content and improve fatty acid profile of lamb meat. **Meat Sci**. 136, 23-29. 2018.

ZORZI, K.; BONILHA, S.F.M.; QUEIROZ, A.C.; BRANCO, R.H.; SOBRINHO, T.L.; DUARTE, M.S. Meat quality of young Nelore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v. 93, p. 593–599, 2013.

II - OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos dos níveis de inclusão da torta de licuri sobre a composição química e perfil de ácidos graxos da carne de vacas de descarte e novilhos mestiços terminados em confinamento.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os níveis de inclusão da torta de licuri sobre os teores de umidade, matéria mineral, proteína bruta, lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte terminadas em confinamento.
- Analisar os efeitos dos níveis de inclusão da torta de licuri sobre teores de umidade, matéria mineral, proteína bruta, lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos terminados em confinamento.

III – CAPÍTULO I

Manuscrito de acordo com as normas da revista *Tropical Animal Health and Production*

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE GRAXOS DA CARNE DE VACAS DE DESCARTE ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO TORTA DE LICURI

RESUMO

Objetivou-se avaliar níveis de inclusão da torta de licuri em dietas para vacas de descarte terminados em confinamento sobre a composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne. Foram utilizadas 40 vacas de descarte Zebu, com idade média de 108 meses, e peso vivo médio de 318 kg \pm 38,17. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, compostos por quatro tratamentos: controle (sem inclusão de torta de licuri na dieta); inclusão de 5, 10 e 15% de torta de licuri na matéria seca total da dieta, sendo 10 animais por tratamento. A inclusão da torta de licuri na dieta resultou em efeito quadrático nos teores de lipídeos totais da carne, com ponto mínimo no nível de 6,51%. O colesterol apresentou efeito linear crescente. A inclusão da torta de licuri na dieta promoveu efeito quadrático nas concentrações dos ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico, com pontos mínimos nos níveis de 5,39, 5,50, 5,49%, respectivamente. Os ácidos graxos monoinsaturados não foram influenciados pelos níveis de inclusão da torta de licuri, com exceção dos ácidos miristoléico e heptadecenoico, que apresentaram efeito quadrático, com ponto mínimo no nível de 6,60%, e aumento linear, respectivamente. Houve efeito quadrático nas concentrações dos ácidos poliinsaturados linolelaídico, alfa-linoléico e linolênico, com pontos mínimos nos níveis de 7,83, 8,50 e 7,07% de inclusão da torta de licuri, respectivamente, e efeito linear crescente para os ácidos araquidônico e eicosapentaenóico (EPA). A inclusão da torta de licuri na dieta promoveu efeito quadrático no somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) e na relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico (h:H), com pontos mínimos nos níveis de 4,80 e 5,74%, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) e atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 apresentaram comportamento quadrático, com pontos máximos nos níveis de 5,21 e 5,12, e 5,20%, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e a relação dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS) apresentaram efeito linear decrescente. Recomenda-se o uso de até 5% de inclusão da torta de licuri na dieta de vacas de descarte terminadas em confinamento para não afetar a qualidade nutricional da carne.

Palavras-chave: composição centesimal, colesterol, coproduto de oleaginosa, *Syagrus coronata*

III – CHAPTER I

CHEMICAL COMPOSITION AND PROFILE OF FATTY ACIDS IN THE MEAT OF CULTURE COWS FED DIETS CONTAINING LICURI CAKE

ABSTRACT

The objective was to evaluate levels of inclusion of licuri cake in diets for culled cows finished in confinement on the centesimal composition, cholesterol and fatty acid profile of the meat. Forty Zebu culled cows, with an average age of 108 months and an average live weight of $318 \text{ kg} \pm 38.17$ were used. The animals were distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments: control (without inclusion of licuri cake in the diet); inclusion of 5, 10 and 15% of licuri cake in the total dry matter of the diet, with 10 animals per treatment. The inclusion of licuri cake in the diet resulted in a quadratic effect on the meat total lipid content, with a minimum point at the level of 6.51%. Cholesterol showed an increasing linear effect. The inclusion of licuri cake in the diet promoted a quadratic effect on the concentrations of lauric, myristic and palmitic saturated fatty acids, with minimum points at levels of 5.39, 5.50, 5.49%, respectively. The monounsaturated fatty acids were not influenced by the inclusion levels of the licuri cake, with the exception of myristoleic and heptadecenoic acids, which showed a quadratic effect, with a minimum point at the level of 6.60%, and linear increase, respectively. There was a quadratic effect in the concentrations of polyunsaturated linolelaidic, alpha-linoleic and linolenic acids, with minimum points at the levels of 7.83, 8.50 and 7.07% of inclusion of the licuri cake, respectively, and an increasing linear effect for the acids arachidonic acid and eicosapentaenoic acid (EPA). The inclusion of licuri cake on the diet promoted a quadratic effect on the sum of saturated fatty acids (SFA) and on the ratio of hypocholesterolemic:hypercholesterolemic fatty acids (h:H), with minimum points at levels of 4.80 and 5.74%, respectively. The sum of monounsaturated fatty acids (MUFA), ratio of monounsaturated and saturated fatty acids (MUFA:AGS) and activity of the enzyme Δ^9 desaturase 16 showed a quadratic behavior, with maximum points at levels of 5.21 and 5.12, and 5.20% respectively. The sum of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and the ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids (PUFA:AGS) showed a decreasing linear effect. It is recommended the use of up to 5% of inclusion of licuri cake in the diet of culled cows finished in feedlot to not affect the nutritional quality of the meat.

Keywords: proximate composition, cholesterol, oilseed co-product, *Syagrus coronata*

1 Introdução

A busca por alternativas alimentares vem aumentando em substituição aos ingredientes tradicionais, como milho e soja, visando a redução nos custos de produção (Oliveira et al., 2015; Bezerra et al., 2016). Os coprodutos gerados durante a produção do biodiesel, são importantes alternativas alimentares para a produção de carne bovina de alta qualidade (Silva, et al., 2021a). Esses coprodutos podem entrar nas dietas dos animais, reduzindo os custos com alimentação animal, e também no intuito de gerar produtos de origem animal de qualidade. Alguns estudos demonstram que o uso de coprodutos do biodiesel como ingredientes para ruminantes pode ser utilizado sem afetar o valor nutricional das dietas (Correia et al., 2016; Weiss et al., 2017).

A torta de licuri é oriunda da produção do biodiesel e se destaca entre os alimentos alternativos, sendo um coproduto obtido a partir da extração do óleo do fruto do licurizeiro (*Syagrus coronata*), pelo qual apresenta potencial para uso nas dietas dos ruminantes devido seu teor médio proteico e energético em torno de 24,0 e 8,5%, respectivamente (Bagaldo et al., 2019; Saeed et al., 2019).

É notável que a alimentação influencia diretamente na qualidade da carne, e devido a isso é necessário avaliar essas características quando se utilizam alimentos alternativos como a torta de licuri, para ter evidência da qualidade da carne que será fornecido ao mercado consumidor (Pellegrin et al., 2014). Nesse sentido, os pesquisadores por meio da nutrição animal buscam estratégias alimentares para aumentar os nutrientes presentes na carne que podem trazer efeitos benéficos para saúde humana, desta forma reduzindo os teores de ácidos graxos saturados e elevando o perfil de ácidos graxos poliinsaturados na carne.

A terminação de fêmeas de descarte no confinamento, atrelado a busca crescente por produtos cárneos pelos consumidores, além da redução no tempo de abate dos animais torna-se interessante o desenvolvimento de pesquisas utilizando essa categoria animal, o que também pode ser viável e econômico para os pecuaristas. O sistema de confinamento é uma ferramenta tecnológica importante na produção animal, que permitirá aos produtores terem melhor taxa de desfrute com essa categoria animal sendo terminada em confinamento. Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar os níveis de inclusão da torta de licuri em dietas para vacas de descarte terminadas em confinamento sobre a composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne.

2 Material e métodos

O experimento foi conduzido conforme as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (CEUA/UESB), *campus* Itapetinga, sob o protocolo 108/2015, aprovado no dia 15 de abril de 2015.

2.1 Localização e instalações

A pesquisa a campo foi desenvolvida na Fazenda Princesa do Mateiro, município de Ribeirão do Largo, Bahia, região Sudoeste do Estado da Bahia, localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste e 709 m de altitude, caracterizado pelo clima tropical úmido, conforme classificação de Koppen, com precipitação média anual de 800 mm e temperatura média anual de 27 °C.

As vacas foram confinadas em baias coletivas (10 animais/baia), com área útil de 100 m² (10 m x 10 m), sendo (50 m²) de chão cimentado, (50 m²) parcialmente coberta, providas de comedouro cobertos (10 metros lineares) e bebedouros de concreto com capacidade de 350 litros de água. Os animais foram identificados no início do período experimental com brincos de plástico e vermifugados.

As análises de composição química e perfil de ácidos graxos da carne, foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas – LABMESQ, pertencente a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

2.2 Período experimental, animais e dieta

O estudo a campo foi realizado entre o período de 26 de junho a 23 de outubro de 2016, totalizando 120 dias, sendo os primeiros 15 dias destinados à adaptação dos animais às dietas, instalações e manejo e 105 dias para coleta de dados.

Foram utilizadas 40 vacas Zebu, com idade média de 105 meses, e peso vivo médio de 318 kg ± 38,17. Após a pesagem os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 10 repetições. Os animais foram distribuídos nos seguintes tratamentos:

0% = controle (sem inclusão da torta de licuri na dieta);

5% = inclusão de 5% de torta de licuri na matéria seca total da dieta;

10% = inclusão de 10% de torta de licuri na matéria seca total da dieta;

15% = inclusão de 15% de torta de licuri na matéria seca total da dieta.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000), atendendo às exigências nutricionais para ganho de 1,5 kg/dia. As vacas foram alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e concentrado, na proporção volumoso:concentrado de 20:80 e receberam alimentação *ad libitum*, dividida em duas refeições diárias (7:00 e 16:00 horas, sendo 60% do total pela manhã e 40% à tarde) de modo a permitir 10% de sobras.

A composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (%MS)*.

Nutrientes	Bagaço de cana-de-açúcar	Torta de licuri	Farelo de Soja	Sorgo moído
MS ¹	19,60	83,50	82,02	86,28
MO ²	92,45	97,41	93,66	99,08
PB ³	1,23	21,58	48,88	7,90
EE ⁴	0,65	11,97	2,71	3,03
FDNcp ⁵	77,46	62,77	15,48	12,47
CNFcp ⁶	12,22	6,10	26,59	75,68
Lignina ⁷	11,65	19,35	0,54	1,33
MM ⁸	8,44	2,59	6,34	0,92
NDT ⁹	42,01	57,80	79,64	86,83

¹Matéria seca; ²Matéria orgânica; ³Proteína Bruta; ⁴Extrato Etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁶Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁷Lignina; ⁸Matéria mineral; ⁹Nutrientes digestíveis totais de acordo equação do NRC (2001).

*Fonte: Silva et al. (2022).

A participação em percentual dos ingredientes e a composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e composição química das dietas fornecidas (%MS)*.

Proporção dos ingredientes (%MS ¹)	Níveis de torta de licuri (% MS)			
	0	5	10	15
Bagaço de cana-de-açúcar	20,00	20,00	20,00	20,00
Sorgo grão moído	69,33	66,64	64,05	62,33
Torta de licuri	0,00	5,44	10,91	15,51
Farelo de soja	8,42	5,70	2,86	0,00
Bicarbonato de sódio	1,20	1,20	1,20	1,20
Sal mineral ²	0,48	0,48	0,48	0,48
Calcário	0,58	0,54	0,51	0,48
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química das dietas fornecidas (%MS)				
Matéria seca (%)	70,64	70,70	70,64	70,62
Proteína bruta (%MS)	9,84	9,48	9,06	8,65
Extrato etéreo (%MS)	2,46	2,96	3,45	3,88
FDNcp ³ (%MS)	25,44	28,11	30,77	33,00
FDNi ⁴ (%MS)	12,23	13,51	14,80	15,90
CNFcp ⁵ (%MS)	57,15	54,79	52,34	50,56
Lignina (%MS)	3,30	4,30	5,31	6,16
NDT ⁶ (%MS)	68,43	68,10	68,14	68,07

¹Matéria Seca; ²Composição: Cálcio 140 g; fósforo 65 g; sódio 148 g; magnésio 5 g; enxofre 12 g; cobalto 107 mg; cobre 1550 mg; iodo 150 mg; manganês 1400 mg; níquel 30 mg; selênio 18 mg; zinco 4500 mg; 1120 mg; flúor (máximo) 650 mg; ³Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴Fibra em detergente neutro indigestível; ⁵Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁶Nutrientes digestíveis totais obtido.

*Fonte: Silva et al. (2022).

2.3 Análises laboratoriais dos alimentos

As amostras de concentrado e volumoso foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas a -10 °C, para posteriores análises químicas. Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente na fábrica de ração da

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, durante a mistura dos concentrados, sendo feita uma amostra composta dos alimentos: sorgo, torta de licuri e farelo de soja.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (60 °C), por 72 horas, em seguida, moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de malha de 2 e 1 mm. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos hermeticamente fechados e identificados para realização das análises da composição.

As amostras foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (método INCT-CA G-001/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (método INCT-CA G-004/1), fibra em detergente neutro (método INCT-CA F-002/1), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (métodos INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1), lignina (método INCT-CA F-005/1) e Fibra em detergente neutro indigestível (método INCT-CA F-009/1) de acordo metodologia descrita por Detmann et al. (2021).

Os carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína foram calculados conforme a equação proposta por Weiss (1999):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PB}\% + \text{EE}\% + \text{MM}\% + \text{FDNcp}\%)$$

Em que PB% = teor de proteína bruta, EE% = teor de extrato etéreo, MM% = teor de cinzas e FDNcp% = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os nutrientes digestíveis totais foram calculados segundo o NRC (2001):

$$\text{NDT} = (\text{PBD} + (\text{EED} \times 2,25) + \text{FDND} + \text{CNFD})$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

2.4 Abate dos animais e avaliação da carne

Ao final do experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial na cidade de Itapetinga, localizado na região Sudoeste do Estado da Bahia, onde se procedeu o abate, após terem sido submetidos a jejum de sólidos de 16 horas,

segundo normas estabelecidas pela instrução normativa do MAPA (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000), obedecendo ao fluxo de abate normal do frigorífico.

Na meia carcaça direita realizou-se um corte transversal entre a 12ª e a 13ª costela, objetivando expor o músculo *Longissimus dorsi*. Os músculos foram embalados inicialmente com papel filme, em seguida com papel alumínio, para evitar queima pelo resfriamento, identificados e separados individualmente em sacos plásticos, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10 °C, para realização análises. Para a realização das análises as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (20 °C), trituradas, homogeneizadas e analisadas (composição centesimal: umidade, matéria mineral e proteína; perfil de ácidos graxos e colesterol).

2.5 Composição centesimal

2.5.1 Umidade

Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente, 3,0000 g ($\pm 0,0001$ g) de carne, adicionados em cadinhos de porcelana e levados a estufa sem circulação de ar, a uma temperatura de 100 a 105 °C por 4 h. Posteriormente, as amostras foram retiradas, colocadas em dessecador por 30 minutos e após esse período, submeteu-se a pesagem (AOAC, 2010).

2.5.2 Matéria Mineral

A determinação da matéria mineral foi obtida de acordo o método gravimétrico (procedimento 920.87 da AOAC 2010). Sequencialmente à análise de umidade, as amostras da carne foram levadas ao forno mufla, para sua queima durante 6 h a uma temperatura de 550 °C, em seguida, foram colocados no dessecador por 30 minutos com posterior pesagem.

2.5.3 Proteína Bruta

A proteína bruta foi analisada segundo o método Micro-Kjeldahl (procedimento 920.87 da AOAC 2010).

2.5.4 Lipídeos totais

Para determinação dos lipídeos totais, utilizou-se a metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959).

2.6 Colesterol

2.6.1 Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne

A determinação do colesterol na carne seguiu a metodologia descrita por Saldanha et al. (2004). No procedimento realizado para extração da matéria insaponificável, utilizaram-se tubos falcon, com capacidade de 50 mL, onde foram adicionados 2,0 g de amostra de carne trituradas e homogeneizadas, 4,0 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 mL de álcool etílico. Após agitação em vórtex por um minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 horas, ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Posteriormente, foi adicionada a mistura 5,0 mL de água destilada e 10 mL de n-hexano, e novamente agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação e após a completa separação das fases foi coletada a fase hexânica em balão de fundo redondo e rotaevaporado os solventes voláteis, restando um resíduo (matéria graxa total) no qual foi diluído em 2,5 mL de fase móvel constituída pela mistura dos solventes acetonitrila e isopropanol na proporção 85:15 (v/v).

O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF), com diâmetro do poro de 0,45 µm sendo acondicionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração para posterior análise por cromatografia líquida.

2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20A 5R) e duas bombas (LC-20 AR com detector UV-Visível (SPD –20A). A coluna analítica utilizada

foi uma C18 (250 mm x 4,6mm x 5 µm). A fase móvel constitui-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 mL/min, sendo o tempo de análise de 30 minutos.

Os cromatogramas foram processados a 202 nm. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. A identificação do colesterol foi realizada por meio da comparação do tempo de retenção das amostras, com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.7 Perfil de ácidos graxos

2.7.1 Extração dos lipídeos totais da carne

A extração da fração lipídica foi extraída com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), conforme metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959). Foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL e adicionado 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol, agitados por 5 minutos. Após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio, agitando a mistura por mais 2 minutos e em seguida acrescentou-se 15 ml de água destilada e agitando novamente por mais 5 minutos. Posteriormente, a solução obtida foi filtrada por meio de um filtro de papel Whatman n° 1 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtragem, foi adicionado ao resíduo, mais 10 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Filtrou-se o resíduo fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado foi transferido para um funil de separação. Após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado vazio, e levado para o rota-vapor (banho-maria a 33 - 34 °C).

A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente. Foi adicionado 2 mL de N-heptano no balão e o resíduo restante foi coletado em microtubos tipo eppendorf. O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio.

2.7.2 Extração dos lipídeos totais do volumoso e concentrado da dieta

Para extração da matéria graxa das amostras de volumoso e concentrado e, para a determinação do perfil de ácidos graxos dos mesmos, foi utilizada a metodologia adaptada de Folch et al. (1957). O teor de umidade foi corrigido para 80%.

2.7.3 Transesterificação dos triacilgliceróis

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bannon et al (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídeos extraídos de cada amostra, colocou-se em tubos com tampas rosqueáveis, adicionou-se 5 mL de solução de metóxido de sódio $0,25 \text{ mol/L}^{-1}$ em metanol-dietil éter (1:1), e agitou por 3 minutos. A essa mistura, foram adicionados 2 mL de iso-octano e 10 mL de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi agitado novamente e deixado em repouso para que houvesse a separação das fases, a parte sobrenadante foi coletada e transferida para microtubos tipo eppendorf, devidamente identificados, para realização da análise cromatográfica.

2.7.4 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa, em um equipamento modelo GC-2010 Plus marca Shimadzu com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100 m, 0,25 mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de $40 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o gás de arraste (H_2); $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o gás auxiliar (N_2) e $400 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram $225 \text{ }^\circ\text{C}$ e $260 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a $140 \text{ }^\circ\text{C}$ por 5 minutos, seguido por uma rampa de $3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ até atingir $245 \text{ }^\circ\text{C}$ por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de $1,0 \text{ } \mu\text{L}$. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software GCSolution®.

2.7.5 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Mix C4-C24-18919-1 AMP, Supelco) e por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoléico (O-5632 Sigma, EUA).

Para a avaliação da resposta do detector de ionização de chama foi utilizada uma solução de mistura constituída de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos em concentração conhecida, sendo calculado através da equação proposta por Ackman (1972). Estes fatores foram obtidos a partir da média de sete repetições:

$$FR = \frac{A_{23:0} * C_x}{A_x * 23:0}$$

Em que:

FR= Fator de resposta em relação ao tricosanoato de metila;

A_{23:0}= área do tricosanoato de metila;

C_x= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A_x = área do éster metílico de ácido graxo; e

C_{23:0}= concentração tricosanoato de metila;

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg.g⁻¹ de lipídeos totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídeos (~150 mg) para transesterificação foram adicionados a todas as amostras com auxílio de uma micropipeta, 1000 µL da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,00 g.mL⁻¹). Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme (Visentainer & Franco 2006).

$$C \text{ (g100g}^{-1}\text{)} = \frac{AEM * M_{23:0} * FCT}{A_{23:0} * MA * FCEA}$$

Em que:

AEM = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos

A23:0 = área do padrão interno;

M23:0 = massa do padrão interno adicionado a amostra (em miligramas);

MA = massa da amostra (em gramas);

FCT = fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos; e

FCEA = fator de conversão para expressar os resultados em mg de ácidos graxos/g de lipídeos totais (LT).

2.7.6 Perfil lipídico do volumoso e concentrado da dieta

A composição dos ácidos graxos identificados no bagaço de cana-de-açúcar e concentrado da dieta e os seus somatórios estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do bagaço de cana-de-açúcar e das dietas experimentais.

Ácidos graxos (%)		Bagaço de cana-de-açúcar	Níveis de torta de licuri (%MS)			
			0	5	10	15
Saturados						
Laúrico	C12:0	0,43	1,35	1,82	2,87	3,97
Mirístico	C14:0	0,69	0,13	0,57	1,35	2,01
Palmítico	C16:0	14,52	16,13	15,06	18,23	16,05
Estearíco	C18:0	5,34	1,84	2,80	2,34	2,32
Monoinsaturados						
Miristoléico	C14:1	0,07	0,02	0,09	0,02	0,02
Palmitoléico	C16:1	6,73	0,43	0,64	0,29	0,49
Oléico	C18:1n9c	20,89	30,16	31,37	27,04	29,68
Poliinsaturados						
Linoléico	C18:2n6c	23,20	46,31	44,01	39,58	36,08
γ -Linolênico	C18:3n6	3,69	0,15	0,12	0,26	0,25
α -Linolênico	C18:3n3	13,58	1,36	0,73	0,77	1,37
Eicosadienoico	C20:2	0,37	0,21	0,14	0,17	0,44
Dihomo- γ -linolênico	C20:3n6	0,75	0,16	0,4	0,28	0,27
Araquidônico	C20:4n6	0,30	0,93	1,31	4,19	4,25
Eicosapentaenóico	C20:5n3	2,53	0,06	0,05	0,2	0,13
Docosahexaenóico	C22:6n3	6,91	0,76	0,89	2,41	2,67
Somatório dos ácidos graxos						
AGS ¹		20,98	19,45	20,25	24,79	24,35
AGMI ²		27,69	30,61	32,10	27,35	30,19
AGPI ³		51,33	49,94	47,65	47,86	45,46

¹Somatório de ácidos graxos saturados; ²Somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ³Somatório de ácidos graxos poliinsaturados.

2.7.7 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne in natura

Os totais de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos ômega 3 e 6 (n-3 e n-6, respectivamente), e as

relações: AGMI:AGS, AGPI:AGS, e n-6:n-3, foram calculados com base nos perfis de ácidos graxos identificados de cada amostra.

Os ácidos graxos desejáveis foram calculados por meio do somatório dos ácidos: (C18:0+AGMI+AGPI). A qualidade nutricional da fração lipídica da carne *in natura* foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = \frac{C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0}{\Sigma AGMI + \Sigma n - 6 - \Sigma n - 3}$$

$$IT = \frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{(0,5 * \Sigma AGMI) + (0,5 * \Sigma n - 6) + (3 * \Sigma n - 3) + (\Sigma n - 3 / \Sigma n - 6)}$$

Em que:

Σ AGMI = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados;

Σ n-6 = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6;

Σ n-3 = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3; e

Σ n-3/ Σ n-6 = relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3

Após a identificação dos ácidos graxos, procedeu-se a determinação dos índices de Δ^9 - dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi et al. (2012) e Malau-Aduli et al. (1997):

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 14 = \frac{(C14:1)}{(C14:1 + C14:0)} * 100$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 16 = \frac{(C16:1)}{(C16:1 + C16:0)} * 100$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 18 = \frac{(C18:1n9c + C18:1n9t)}{(C18:1n9c + C18:1n9t + C18:0)} * 100$$

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (SAEG, 2001). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “F” em nível de 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2), conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + l_i + c_j + t_{k(ij)} + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = valor observado da variável; μ = média geral; l_i = efeito da linha i ; c_j = efeito da coluna j ; $t_k(ij)$ = efeito do tratamento k e e_{ijk} = erro aleatório (resíduo).

3 Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal e colesterol da carne

A inclusão da torta de licuri na dieta causou efeito quadrático ($P < 0,05$) nos teores de umidade ($P = 0,012$), proteína ($P = 0,046$) e lipídeos totais ($P = 0,049$). O teor de umidade apresentou ponto de máxima no nível de 8,31%, com redução a partir desse valor. Já para os teores de proteína e lipídeos totais, os pontos de mínimas ocorreram nos níveis de 9,26 e 6,51%, com aumento a partir desses pontos, respectivamente (Tabela 4).

Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o colesterol ($P = 0,006$), com um aumento de 0,455 mg/100g para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta. Para o teor de material mineral não houve efeito significativo ($P > 0,05$) com os níveis de inclusão da torta de licuri nas dietas, com média de 1,12%.

Tabela 4. Composição centesimal e teor de colesterol do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Composição centesimal	Nível de torta de licuri (%MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0	5	10	15			L	Q
	Umidade %	70,96	71,55	73,36			71,12	Y1
Matéria mineral %	1,15	1,09	1,17	1,06	Y=1,12	0,28	0,133	0,316
Proteína %	22,89	22,38	21,49	22,37	Y2	0,33	0,110	0,046
Lipídeos totais %	4,10	4,05	3,03	5,17	Y3	0,53	0,472	0,049
Colesterol mg/100g	26,38	25,31	31,06	32,04	Y4	1,68	0,006	0,772

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ¹ $Y = -0,028x^2 + 0,473x + 70,697$ $R^2 = 0,62$; ² $Y = 0,014x^2 + 0,258x + 22,998$ $R^2 = 0,77$; ³ $Y = 0,022x^2 - 0,284x + 4,303$ $R^2 = 0,63$; ⁴ $Y = 0,455x + 25,285$ $R^2 = 0,77$.

Os teores de umidade e lipídeos totais apresentaram efeito quadrático, no entanto o teor de umidade reduziu a partir do nível de 8,31% de inclusão da torta e o teor de lipídeos totais aumentou a partir do nível de 6,51% de inclusão da torta de licuri. Os teores de umidade e gordura apresentam correlação negativa, quando os valores de gordura estão

mais elevados, a umidade é menor, sendo recíproco (Gouvêa et al., 2016), justificando os resultados para estes parâmetros no presente estudo. A concentração de umidade geralmente varia em função da concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus* (Prado et al., 2008; Rotta et al., 2009).

É importante ressaltar que o valor médio obtido para o teor de lipídeos totais (4,09%) está dentro do valor recomendado por Gürtler et al. (1987), que é de no máximo 5% para ser considerado uma carne magra. Mesmo a inclusão da torta de licuri ter promovido aumento da gordura intramuscular a partir do nível de 6,51%, o percentual de gordura na carne manteve-se dentro do desejável, sendo considerada saudável para o consumo humano.

Vahmani et al. (2017) afirmaram que os teores de lipídeos totais da carne estão relacionados com os lipídeos da dieta, sistema de criação, sexo e raça. E estes fatores podem ter influenciado no aumento dos teores de lipídeos totais, visto que a torta de licuri apresentou em sua composição bromatológica 11,97% de extrato etéreo (Tabela 1).

O teor de proteína na carne foi menor no nível 9,26% de inclusão da torta de licuri na dieta, entretanto, mesmo com essa redução, o valor médio observado neste estudo (22,28%) está de acordo com diversos trabalhos determinados no músculo *Longissimus* de bovinos (Aricetti et al., 2008; Rotta et al., 2009; Silva et al., 2021a).

O aumento no teor de colesterol pode ser atribuído ao aumento nos teores de ácidos graxos saturados mirístico e palmítico (Tabela 5). Segundo Grundy & Denke (1990), os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo porque reduzem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzem o espaço livre para LDL na corrente sanguínea. No presente estudo, apesar do colesterol ter aumentado com a inclusão da torta de licuri na dieta, o valor médio (28,70 mg/100g) obtido ficou abaixo do valor considerado maléfico a saúde humana, que é de 50mg/100g de músculo (Sauceir, 1999).

O teor de matéria mineral não foi alterado pela inclusão da torta de licuri, o que decorre, à pouca variação desse parâmetro no músculo em função das dietas (Fidelis et al., 2017). Gouvêa et al. (2016) avaliando a carne *in natura* de tourinhos confinados alimentados com torta de licuri (níveis de inclusão de 0, 7, 14 e 21%) também não observaram efeito significativo no teor de matéria mineral, com valor médio de 1,01%, sendo este valor semelhante ao obtido no presente estudo (1,12%).

3.2 Perfil de ácidos graxos da carne

A inclusão da torta de licuri na dieta promoveu efeito quadrático ($P < 0,05$) nas concentrações dos ácidos graxos saturados cáprico (C10:0, $P = 0,000$), laúrico (C12:0, $P = 0,020$), mirístico (C14:0, $P = 0,000$), palmítico (C16:0, $P = 0,010$), behênico (C22:0, $P = 0,013$), com pontos mínimos nos níveis de 8,50, 5,39, 5,50, 5,49, e 9,17%, respectivamente, com aumento a partir desses níveis (Tabela 5).

Os demais ácidos pentadecílico (C15:0), margárico (C17:0), esteárico (C18:0) e araquídico (C20:0) permaneceram inalterados ($P > 0,05$) com a inclusão da torta de licuri nas dietas das vacas de descarte, apresentando valores médios de 0,10, 1,06, 14,27 e 0,58%, respectivamente.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0	5	10	15			L	Q
C10:0⁴	0,09	0,07	0,03	0,08	Y1	0,26	0,083	0,000
C12:0⁵	0,11	0,09	0,10	0,17	Y2	0,18	0,066	0,020
C14:0⁶	3,18	3,13	2,54	5,14	Y3	0,25	0,000	0,000
C15:0⁷	0,11	0,12	0,07	0,10	Y=0,10	0,37	0,241	0,327
C16:0⁸	24,45	25,49	22,66	28,81	Y4	0,92	0,020	0,010
C17:0⁹	1,05	0,93	1,18	1,08	Y=1,06	0,37	0,975	0,429
C18:0¹⁰	13,82	13,99	15,10	14,16	Y=14,27	0,81	0,777	0,749
C20:0¹¹	0,51	0,71	0,57	0,54	Y=0,58	0,18	0,056	0,077
C22:0¹²	0,05	0,04	0,02	0,04	Y5	0,38	0,084	0,013

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ⁴Cáprico; ⁵Laúrico; ⁶Mirístico; ⁷Pentadecílico; ⁸Palmítico; ⁹Margárico; ¹⁰Esteárico; ¹¹Araquídico; ¹²Behenico; ¹ $Y = 0,001x^2 - 0,012x + 0,096$ $R^2 = 0,71$; ² $Y = 0,001x^2 - 0,010x + 0,112$ $R^2 = 0,99$; ³ $Y = 0,027x^2 - 0,292x + 3,367$ $R^2 = 0,82$; ⁴ $Y = 0,051x^2 - 0,562x + 25,093$ $R^2 = 0,59$; ⁵ $Y = 0,000x^2 - 0,006x + 0,053$ $R^2 = 0,74$.

O aumento nas concentrações dos ácidos C10:0, C12:0, 14:0, C16:0 e C22:0 pode ser decorrente da quantidade de ácidos graxos insaturados presentes no perfil das dietas experimentais (Tabela 3). Esta justificativa pode ser atribuída pelo fato de que os ácidos

graxos saturados podem ser oriundos da dieta ou por meio do processo de biohidrogenação dos seus correspondentes insaturados.

A dieta fornecida aos animais continha maior proporção dos ácidos monoinsaturado oléico e poliinsaturado linoléico (Tabela 3). Quando esses ácidos, como o oléico e linoléico são ingeridos pelos ruminantes, os microrganismos do rúmen os hidrolisam, e convertem esses ácidos graxos insaturados em formas saturadas, por meio do processo da biohidrogenação. Assim, os lipídeos contidos nos tecidos dos ruminantes são mais saturados, e a percentagem relativamente baixa de ácidos graxos insaturados na gordura dos ruminantes é conhecida por estar associada ao metabolismo ruminal, à biossíntese de ácidos graxos endógenos e ao triacilglicerol (Or-Rashid et al., 2011). O que justifica os resultados obtidos para a elevação dos ácidos graxos saturados do presente estudo.

Segundo Kim et al. (2009) os ácidos graxos obtidos através da dieta são hidrolisados e, posteriormente os poliinsaturados são rapidamente hidrogenados pelos microorganismos ruminais, tendo como produtos os ácidos graxos saturados, em especial, o ácido esteárico. Segundo Dietschy (1998) e Grundy & Denke (1990) o ácido esteárico exerce pouca influência no teor de colesterol, sendo considerado neutro nesse sentido, e o mesmo apresenta características benéficas, pelo qual boa parte é absorvido pelo organismo e transformado em ácido Oléico pela ação da enzima Δ^9 dessaturase (Marsset et al., 2009).

Os ácidos graxos saturados mirístico e palmítico são os maiores responsáveis pelo aumento no nível de colesterol, sendo considerados hipercolesterolêmicos, e que causam doenças coronarianas (Gillman et al., 2014). No entanto, mesmo com o aumento nos teores desses ácidos na carne, os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) não foram influenciados pela inclusão da torta de licuri (Tabela 8). Desta forma, pode-se deduzir que existe baixos riscos de ocorrer doenças cardiovasculares nos consumidores, ao ingerir carnes de vacas alimentadas com dietas contendo torta de licuri ou com a dieta controle.

O perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri estão descritos na Tabela 6. Houve comportamento quadrático ($P < 0,05$) na concentração do ácido miristoléico (C14:1), com ponto mínimo no nível de 6,60%, havendo redução a partir desse ponto conforme a torta de licuri foi incluída na dieta. O ácido heptadecenóico

(C17:1, P=0,007) apresentou efeito linear crescente (P<0,05). Para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta, aumentou-se 0,011%.

Os demais ácidos palmitoléico (C16:1), elaídico (C18:1n9t), oléico (C18:1n9c), gadoléico (C20:1) e nervônico (C24:1), não apresentaram efeito significativo (P>0,05) com a inclusão da torta de licuri na dieta, com valores médios de 2,55, 0,61, 45,73, 0,10 e 0,78%.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0	5	10	15			L	Q
C14:1 ⁴	1,28	1,26	0,96	1,57	Y1	0,16	0,599	0,035
C16:1 ⁵	2,66	2,54	2,65	2,35	Y=2,55	0,31	0,070	0,439
C17:1 ⁶	0,68	0,67	0,88	0,79	Y2	0,13	0,007	0,496
C18:1n9t ⁷	0,60	0,53	0,80	0,50	Y=0,61	0,15	0,983	0,856
C18:1n9c ⁸	46,85	45,90	48,55	41,62	Y=45,73	0,94	0,586	0,235
C20:1 ⁹	0,12	0,11	0,07	0,10	Y=0,10	0,13	0,114	0,185
C24:1 ¹⁰	0,79	0,97	0,76	Y=0,78	Y=0,78	0,30	0,069	0,081

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ⁴Miristoléico; ⁵Palmitoléico; ⁶Heptadecenoico; ⁷Elaídico; ⁸Oléico; ⁹Gadoléico; ¹⁰Nervônico; ¹Y = 0,006x² - 0,083x + 1,340 R² = 0,62. ²Y = 0,011x + 0,674 R² = 0,49.

O aumento do ácido miristoléico a partir do nível de 6,60% de inclusão da torta de licuri na dieta pode estar relacionado ao aumento do ácido mirístico, pelo qual ambos apresentaram mesmo comportamento, elevando-se com a inclusão da torta. Segundo Lima et al. (2017) a concentração do ácido mirístico influencia na dessaturação e origem do ácido miristoléico pela atividade da enzima Δ^9 dessaturase 14. Silva et al. (2021b), investigando níveis (0, 10, 20 e 30) de inclusão da torta de licuri na dieta de cabritos confinados, encontraram teor médio para o ácido miristoléico de 3,5 mg/100g de carne, sendo este valor semelhante ao obtido no presente estudo para este mesmo ácido.

O aumento linear do ácido heptadecenoico pode estar associado à quantidade elevada de ácidos graxos insaturados na composição dos ácidos graxos da dieta (Tabela 3), que podem ultrapassar a capacidade dos microrganismos presentes no rúmen em

biohidrogenar as cadeias, ocorrendo maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados. Silva et al. (2021a), avaliando níveis (0, 7, 14 e 21%) de inclusão da torta de licuri na dieta de tourinhos confinados encontraram um teor médio de 2,0% para o ácido heptadecenóico, sendo este valor superior ao resultado obtido no presente estudo para este mesmo ácido.

O ácido elaídico é a forma trans do ácido oléico, e normalmente esses ácidos são originados durante o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados pelas bactérias ruminais (Mansbridge & Blake, 1997). A falta de efeito das dietas sobre estes ácidos pode estar associada à ação da enzima Δ^9 dessaturase 18, que também não apresentou efeito (Tabela 8), sendo esta enzima responsável pela dessaturação do ácido esteárico, dando origem ao ácido oléico, além disso, o ácido esteárico também não teve efeito (Tabela 5), justificando estes resultados obtidos.

O ácido oléico apresentou maior participação dentro dos AGMIs, com concentração média de 45,73%. Na carne bovina o ácido Oléico é o AGMI mais abundante, e no presente estudo não foi diferente, representando 88,56% do total de AGMI da carne, conseqüentemente, maior contribuição para a elevação do somatório dos AGMI. O ácido oléico é considerado essencial, o qual compete nas reações mediadas por dessaturases e elongases, com os ácidos linoléico e α -linolênico e seus produtos intermediários (Toral et al., 2018).

O ácido oléico possibilita benefícios à saúde humana e tem sido destacado como um agente anticarcinogênico, pois possui ação supressora da expressão do gene HER-2/neu, um dos relacionados ao câncer de mama, além de atuar como agente hipocolesterolêmico, promovendo a redução do colesterol total e LDL (Menendez et al., 2005; Schwingshackl & Hoffmann, 2012).

A falta de efeito significativo para os ácidos miristoléico, palmitoléico, gadoléico e nervônico pode estar relacionada ao teor de lipídeos totais da carne (Tabela 4), pelo qual apresentou pouca quantidade (média em torno de 4,0%), e como consequência, o baixo índice de atividade das enzimas Δ^9 dessaturases.

O perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri encontram-se na Tabela 7. A inclusão da torta de licuri na dieta causou efeito quadrático ($P < 0,05$) nas concentrações dos ácidos linolelaídico (C18:2n6t, $P = 0,000$), alfa-linoléico (C18:3n6, $P = 0,007$), linolênico (C18:3n3, $P = 0,025$) e eicosadienóico (C20:2, $P = 0,013$), com pontos

mínimos nos níveis de 7,83, 8,50, 7,07 e 4,50% de inclusão da torta de licuri, respectivamente, com aumentos a partir desses níveis.

Os ácidos araquidônico (C20:4n6, P=0,000) e eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3, P=0,040) apresentaram efeito linear decrescente, para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta, houve redução nos teores desses ácidos em 0,023 e 0,001%, respectivamente.

Não houve efeito significativo (P>0,05) para as concentrações dos ácidos linoléico (C18:2n6c), rumênico/CLA (C18:2c9t11), trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA (C18:2t10c12), dihomog- γ -linolênico (C20:3n6) e docosahexaenóico (DHA) (C22:6n3), com médias de 1,48, 0,29, 0,07, 0,17, e 0,13%.

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0	5	10	15			L	Q
C18:2n6t⁴	0,05	0,04	0,03	0,05	Y1	0,34	0,295	0,000
C18:2n6c⁵	1,62	1,59	1,39	1,33	Y=1,48	0,17	0,290	0,944
C18:3n6⁶	0,02	0,02	0,01	0,02	Y2	0,16	0,979	0,007
C18:3n3⁷	0,65	0,58	0,55	0,69	Y3	0,16	0,622	0,025
C18:2c9t11⁸	0,28	0,37	0,27	0,26	Y=0,29	0,13	0,466	0,240
C18:2t10c12⁹	0,07	0,09	0,07	0,06	Y=0,07	0,16	0,765	0,241
C20:2¹⁰	0,02	0,02	0,02	0,01	Y4	0,19	0,084	0,013
C20:3n6¹¹	0,18	0,15	0,18	0,15	Y=0,17	0,20	0,938	0,868
C20:4n6¹²	0,58	0,40	0,35	0,22	Y5	0,25	0,000	0,021
C20:5n3¹³	0,05	0,06	0,05	0,04	Y6	0,36	0,040	0,065
C22:6n3¹⁴	0,13	0,13	0,14	0,12	Y=0,13	0,31	0,941	0,266

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L - Linear, Q - quadrática); ⁴Linolelaídico; ⁵Linoléico; ⁶Gama-linolênico; ⁷Alfa-linolênico; ⁸Rumênico/CLA; ⁹Trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA; ¹⁰Eicosadienóico; ¹¹Dihomog- γ -linolênico; ¹²Araquidônico; ¹³Eicosapentaenóico (EPA); ¹⁴Docosahexaenóico (DHA); ¹Y = 0,000x² - 0,005x + 0,052 R² = 0,84; ²Y = 0,000x² - 0,002x + 0,022 R² = 0,40; ³Y = 0,0021x² - 0,0297x + 0,6565 R² = 0,93; ⁴Y = -0,0001x² + 0,0009x + 0,020 R² = 0,93; ⁵Y = - 0,023x + 0,557 R² = 0,96; ⁶Y = -0,0008x + 0,056 R² = 0,40.

O aumento quadrático nas concentrações dos ácidos linolelaídico, gama-linolênico, alfa-linolênico e eicosadienóico é interessante, uma vez que estes ácidos na carne trazem efeitos positivos para a saúde humana, pois além de reduzir os níveis séricos de colesterol, também agem na viscosidade sanguínea e na regulação da pressão arterial (Colussi et al., 2017; Rossato et al., 2009), portanto, o aumento da concentração desses ácidos graxos é desejado. Além disso, o alfa-linolênico é considerado essencial, sendo precursor da síntese de muitos ácidos graxos poliinsaturados, os quais possuem propriedades nutritivas especiais, dentre os que estão comumente presentes na gordura de origem animal, estão o ácido linoléico e araquidônico.

A inclusão da torta de licuri reduziu a deposição de ácido araquidônico e eicosapentaenóico (EPA), possivelmente devido a alterações no processo de biohidrogenação ruminal (Silva et al., 2021a), uma vez que as concentrações desses mesmos ácidos foram reduzidas no perfil de ácidos graxos das dietas experimentais (Tabela 3).

Os ácidos da família ômega-3, como o EPA e DHA apresentam importante função na dieta humana, sendo predominante e essenciais na maioria das membranas celulares, pois possuem atividades anti-inflamatórias e antitrombóticas, além de benefícios contra muitas doenças cardiovasculares (Cheatham et al., 2006; Wurtman, 2008).

O CLA encontrado na carne dos ruminantes é gerado a partir de dois princípios: pela biohidrogenação incompleta do ácido linoléico por ação dos microorganismos ruminais ou pela síntese endógena nos tecidos através do ácido vacênico. Funck et al. (2006) destacam-se os principais benefícios do CLA a saúde humana, entre eles estão os efeitos anticarcinogênese, antiaterosclerose, antidiabéticas, inibição de radicais livres, alteração na composição e no metabolismo do tecido adiposo, atividade antibacteriana e redução de lipídeos sanguíneos como colesterol total e triacilglicerol.

Segundo Bauman & Griinari (1999), a influência da dieta pode ser explicada durante o processo de biohidrogenação pela ação de microrganismos ruminais, em que o ácido linoléico (C18:2n6c) passa inicialmente a rumênico (CLA - C18:2c9t11), passando depois a ácido vacênico (C18:1t11) e, posteriormente, a esteárico (C18:0). Os produtos de carne de ruminantes são importantes fontes dietéticas de ácido linoléico conjugado, dos quais o mais proeminente é o isômero C18:2c9t11, apresentando propriedades benéficas favoráveis à saúde (Salter, 2013).

A concentração de CLA nos alimentos varia amplamente, mas as maiores concentrações são geralmente em alimentos de origem de ruminantes (Lawson et al., 2001). A dieta é o principal fator para o enriquecimento de CLA, visto que alimentos de origem de ruminante (carne e produtos lácteos) geralmente apresentam concentrações de CLA entre 3% e 7% da gordura total, que, pode ser significativamente afetada pela dieta (Oliveira et al., 2015; Silva et al., 2016).

3.3 Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase

Os níveis de inclusão da torta de licuri na dieta promoveram efeito quadrático ($P < 0,05$) no somatório dos ácidos graxos saturados (AGS, $P = 0,001$) e na relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico (h:H, $P = 0,001$), com pontos mínimos nos níveis de 4,80 e 5,74%, respectivamente, aumentando a partir desses pontos (Tabela 8).

O somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI, $P = 0,001$), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS, $P = 0,001$) e atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 ($P = 0,017$) apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), com pontos máximos nos níveis de 5,21 e 5,12, e 5,20%, respectivamente, reduzindo a partir desses pontos.

O somatório dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI, $P = 0,020$) e a relação dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS, $P = 0,002$) apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta, reduziram-se 0,050 e 0,001%, respectivamente.

Os ácidos graxos desejáveis (AGD), índice de aterogenicidade (IA), índice de trombogenicidade (IT), somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6) e 3 (n-3), relação entre os ácidos ômega 6 e 3 (n-6:n-3) e atividades dessaturases 14 e 18 não foram afetados ($P > 0,05$) pela inclusão da torta de licuri na dieta, com medias de 69,19, 0,73, 1,56, 2,10, 0,80 e 2,63, 26,67 e 76,43%, respectivamente.

Tabela 8. Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase do músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte alimentadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Índices de qualidade (%)	Nível de torta de licuri				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	(%MS)						L	Q
	0	5	10	15				
AGS⁴	43,37	44,57	42,27	50,12	Y1	0,87	0,000	0,001
AGMI⁵	52,98	51,98	54,67	46,93	Y2	0,87	0,000	0,001
AGPI⁶	3,65	3,45	3,06	2,95	Y3	0,19	0,020	0,974
AGMI:AGS⁷	1,22	1,17	1,29	0,94	Y4	0,13	0,001	0,001
AGPI:AGS⁸	0,08	0,08	0,07	0,06	Y5	0,15	0,002	0,207
AGD⁹	70,45	69,42	72,83	64,04	Y=69,19	0,91	0,061	0,752
IA¹⁰	0,66	0,69	0,57	1,00	Y=0,73	0,29	0,075	0,756
IT¹¹	1,44	1,52	1,37	1,90	Y=1,56	0,18	0,245	0,064
h:H¹²	1,94	1,87	2,18	1,45	Y6	0,20	0,006	0,001
n-6¹³	2,45	2,20	1,96	1,77	Y=2,10	0,18	0,360	0,999
n-3¹⁴	0,83	0,77	0,74	0,85	Y=0,80	0,13	0,804	0,885
n-6:n-3¹⁵	2,65	2,86	2,65	2,08	Y=2,63	0,78	0,072	0,787
Δ^9-dessaturase 14	28,08	28,44	26,76	23,39	Y=26,67	2,28	0,135	0,580
Δ^9-dessaturase 16	9,83	9,20	10,56	7,55	Y7	0,48	0,017	0,019
Δ^9-dessaturase 18	77,44	76,85	76,57	74,84	Y=76,43	1,21	0,100	0,742

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L - linear, Q - quadrática); ⁴Somatório dos ácidos graxos saturados; ⁵Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; ⁶Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados; ⁷Relação ácidos graxos monoinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁸Relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁹Ácidos graxos desejáveis; ¹⁰Índice de aterogenicidade; ¹¹Índice de trombogenicidade; ¹²Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico; ¹³Somatório dos ácidos graxos ômega-6; ¹⁴Somatório dos ácidos graxos ômega-3; ⁸Relação ômega-6:ômega-3; ¹⁵Relação ácidos graxos ômega-6:ômega-3; ¹Y = 0,067x² - 0,639x + 44,053 R² = 0,74; ²Y = -0,067x² + 0,702x + 52,274 R² = 0,70; ³Y = -0,050x + 3,651 R² = 0,96; ⁴Y = -0,003x² + 0,031x + 1,188 R² = 0,69; ⁵Y = -0,001x + 0,084 R² = 0,60; ⁶Y = -0,007x² + 0,076x + 1,869 R² = 0,64; ⁷Y = -0,024x² + 0,247x + 9,512 R² 0,59.

O aumento no somatório dos ácidos graxos saturados (AGS) pode estar associado as concentrações dos ácidos graxos saturados da (Tabela 5) que também apresentou mesmo comportamento, justificando esse resultado.

A inclusão da torta de licuri na dieta proporcionou aumento na relação hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico (h:H), com valor médio de 1,86. Segundo a literatura, uma relação h:H de até 2,0 na carne é considerado satisfatório e não representa risco a saúde humana (Parodi, 2016; Anderson & Ma, 2009). Mesmo com o aumento da relação h:H, a média obtida no presente estudo manteve-se abaixo do valor considerado aceitável. A relação de h:H representa o efeito dos ácidos graxos no mecanismo de transporte de colesterol pelas lipoproteínas, o que influencia o aparecimento de doenças cardiovasculares (Parodi, 2016; Anderson & Ma, 2009).

A relação de ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) da carne foi reduzida, e este fato pode ser justificado com base no somatório de ácidos graxos monoinsaturados (Tabela 8), pelo qual também foi reduzido com a inclusão da torta de licuri. Outro fator que pode ter contribuído para essa redução, foi o somatório de AGMI e AGS da dieta experimental (Tabela 3) também terem reduzidos com a inclusão da torta de licuri na dieta. Silva et al. (2021a) avaliando níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de bovinos confinados encontraram valor médio para a relação de AGMI:AGS de 0,69, não observando efeito significativo.

Apesar da redução da enzima Δ^9 dessaturase 16, que é responsável pela transformação do ácido palmítico em palmitoléico (Lopes et al., 2012), sua maior (5,20%) atividade neste estudo não foi capaz de alterar a concentração do ácido palmitoléico na carne de bovinos (Tabela 6), mesmo com o aumento do palmítico (Tabela 5). A maior atividade da enzima Δ^9 dessaturase pode ser decorrente do maior teor de ácidos graxos saturados, e também da maior quantidade de lipídeos totais (Pinho et al., 2011).

A diminuição linear da relação dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS) pode ser atribuída ao somatório de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) (Tabela 8), que também foi reduzida a medida que adicionou-se torta de licuri na dieta, pelo qual ambos apresentaram mesmo efeito significativo. A baixa razão AGPI:AGS encontrada em carne de ruminantes está relacionada à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados dietéticos ocorrida no rúmen que transforma os ácidos insaturados em ácidos graxos saturados (Prado et al., 2011).

Nos ruminantes, os lipídeos provenientes da dieta são quase totalmente hidrolisados e hidrogenados pela população microbiana do rúmen. Esse processo conduz ao desaparecimento de 70% a 90% dos AGPI, os quais são transformados em AGS ou AGMI. Os valores obtidos neste estudo resultaram em maior concentração de AGMI, seguida de AGS e em menor concentração de AGPI, com valores médios de 45,08, 51,64 e 3,28%, respectivamente.

O somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6) não foi alterado pela inclusão da torta de licuri na dieta. Embora, mesmo com os efeitos significativos dos ácidos da série ômega 6, não foram suficientes para promover alteração no n-6. Diferente do observado no presente estudo, Silva et al. (2021b) avaliando níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de cabritos, observaram redução no somatório de n-6 a partir do nível de 9,3% de inclusão da torta de licuri.

Os ácidos graxos da família ômega 3 geralmente apresentam maiores concentrações na carne de animais alimentados com forragem, devido a sua maior quantidade nas gramíneas. A elevação nos ácidos graxos n-3 seria interessante, pois, são importantes pelos seus efeitos benéficos nas doenças autoimunes, bem como elevação dos níveis de eicosanoides com efeito anti-inflamatórias, redução da tendência trombótica do sangue, associado à uma menor ocorrência de doença cardíaca coronária em humanos (Costa et al., 2008).

A relação entre os ácidos graxos ômega 6 e 3 (n-6:n-3) não foram alterados pela inclusão da torta de licuri na dieta. Apesar de serem ácidos graxos benéficos à saúde humana, a relação de n-6:n-3 deve ser menor ou igual a 4, sendo esta proporção recomendada pela FAO (2010). Portanto, no presente estudo o valor médio obtido para a relação entre n-6:n-3 foi satisfatório, com o valor de 2,63.

4 Conclusões

A inclusão da torta de licuri na dieta reduz os teores de lipídeos totais e as concentrações dos ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico, sendo interessante para a saúde humana essa redução. Os teores de colesterol aumentaram com a inclusão da torta, entretanto, estão dentro do padrão recomendado como adequado para a saúde humana. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se o uso de até 5% de

inclusão da torta de licuri na dieta de vacas de descarte terminadas em confinamento para não afetar a qualidade nutricional da carne.

5 Referências bibliográficas

ACKMAN, R.G. The analysis of fatty acids and related materials by gas-liquid chromatography. **Progress in the chemistry of fats and other lipids**, v.12, p.165-284, 1972.

ANDERSON, B.M.; & MA, D.W.L. Are all n-3 polyunsaturated fatty acids created equal? **Lipids in Health and Disease**. 33:1–20, 2009.

ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle of bulls and steers finished in a pasture system. **Asian Australasian Journal of Animal Science, Seoul**, v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th Edition, Washington, DC., 2010.

BAGALDO, A. R.; MIRANDA, G. S.; JÚNIOR, M. S.; DE ARAÚJO, F. L.; MATOSO, R.V. M.; CHIZZOTTI, M. L.; BEZERRA L. R.; OLIVEIRA, R. L. Effect of Licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior, carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 177, p. 18-24, 2019.

BANNON, C.D.; CRASKE, J.D.; HAI, N.T.; HARPER, N.L.; O'ROURKE, K.L. 1982. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: II. Methylation of fats and oils with boron trifluoride-methanol. **Journal of Chromatography**, v. 247, 63-69.

BAUMAN, D.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of CLA and its incorporation into meat and milk of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.117, 1999.

BEZERRA, L.S., BARBOSA, A.M., CARVALHO, G.G.P., SIMIONATO, J.I., FREITAS JR., J.E., ARAÚJO, M. L.G.M.L., PEREIRA, L., SILVA, R.R., LACERDA, E.C.Q., CARVALHO, B.M.A., 2016. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Sci**. 121, 88–95.

BICHI, E., TORAL, P.G., HERVÁS, G., FRUTOS, P., GÓMEZ-CORTÉS, P., JUÁREZ, M., & DE LA FUENTE, M.A. Inhibition of Δ 9-desaturase activity with sterculic acid: Effect on the endogenous synthesis of cis-9 18: 1 and cis-9, trans-11 18: 2 in dairy sheep. **Journal of Dairy Science**, v.95, n. 9, p.5242-5252, 2012.

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

CHEATHAM, C.L.; COLOMBO, J.; CARLSON, S.E. n-3 fatty acids and cognitive and visual acuity development: methodologic and conceptual considerations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83 n. 6, p. 1458-66, 2006.

CHEATHAM, C.L.; COLOMBO, J.; CARLSON, S.E. n-3 fatty acids and cognitive and visual acuity development: methodologic and conceptual considerations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83 n. 6, p. 1458-66, 2006.

COLUSSI, G., CATENA, C., NOVELLO, M., BERTIN, N., & SECHI, L. A. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: relevance for cardiovascular outcomes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.27, n. 3, p.191-200, 2017.

CORREIA, B. R.; CARVALHO, G. G. P; OLIVEIRA, R. L.; PIRES, A. J. V.; RIBEIRO, O. L.; SILVA, R. R.; LEÃO, A. G.; SIMIONATO, J. I.; CARVALHO, B. M. A. Production and quality of beef feeding condensed distiller's solubles and crude glycerin alone or in combination on finishing beef cattle performance, carcass characteristics, and in vitro fermentation. **Journal Animal Science**, v. 95, p. 922–929, 2016.

COSTA, R.G.; CARTAXO, F.G.; SANTOS, N.M.; QUEIROGA, R.C.R.E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.9, p. 497-506. 2008.

DETMANN, E.; SILVA, L.F.C.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para análises de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Editora UFV. Ed. 2, p. 350, 2021.

DIETSCHY, J.M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. **Journal of Nutrition**, v.128, p.444S-228S, 1998.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation. **FAO food and nutrition paper**, v.91, p.180, 2010.

FIDELIS, H. A., BONILHA, S. F. M., TEDESCHI, L. O, BRANCO, R. H., CYRILLO, J. N. S. G., MERCADANTE, M. E. Z. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nellore cattle. *Meat Science*, 128, 34-39, 2017.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S.; J. **A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues**. *Biol. Chem*, v. 226, p. 497-509, 1957.

FUNCK, L.G.; BLOCK, J. M.; BARRERA, A.D. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 56, n. 2, p.123-134, 2006.

GILLMAN, J.D.; TETLOW, A.; HAGELU, K.; BOERSMA, J.G.; CARDINAL, A.; RAJCAN, I.; BILYEU, K. Identification of the molecular genetic basis of the low palmitic acid seed oil trait in soybean mutant line RG3 and association analysis of molecular markers with elevated seed stearic acid and reduced seed palmitic acid. **Molecular Breeding**, v.34, n.2; p.447-445, 2014.

GOUVÊA, A.A.L.; OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; BEZERRA, L.R.; ASSIS, D.Y.; ALBUQUERQUE, I.R.; PELLEGRINI, C.B.; ROCHA, T.C. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by

consumers despite similar physicochemical characteristics. **J. Sci. Food Agric.** v. 97, p. 2147–2153, 2016.

GRUNDY, S.M.; & DENKE, M.A. Dietary influences on sérum lipids and lipoproteins. **Journal Lipid Research**, v. 31, p. 1149-1172, 1990.

GURTLER, H.; KETZ, H.A.; KOLB, E.; SCHRODER, L.; SEIDEL, H. (1987). **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **J Anim Sci**, v.22, n.9, p.1341-50, 2009.

LAWSON, R. E.; MOSS, A. R.; GIVENS, D. J. The role of dairy products in supplying conjugated linoléico acid to man's diet: a review. *Nutrition Research Reviews*, v. 14, p. 153-172, 2001.

LIMA, E. S.; VALENTE, T. N. P.; ROÇA, R. O.; CEZARIO, A. S.; SANTOS, W. B. R.; DEMINICIUS, B. B.; RIBEIRO, J. C. Effect of Whole Cottonseed or Protected Fat Dietary Additives on Carcass Characteristics and Meat Quality of Beef Cattle: A review. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 5, p. 175, 2017.

LOPES, L. S., LADEIRA, M. M., NETO, O. R. M., RAMOS, E. M., PAULINO, P. V. R., CHIZZOTTI, M. L., GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, 978-985, 2012.

MALAU-ADULI, A.E.O., SIEBERT, B.D., BOTTEMA, C.D.K., & PITCHFORD, W.S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.48, n. 5, p.715-722, 1997.

MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. **British Journal of Nutrition**, v.78, suppl.1, p. S37-S47, 1997.

MAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – Portaria n° 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário para animais de açogue**. Diário Oficial da União.

MARSET, J.B.; COMAS, M.T.; BASSOLS, M.M.; RODRÍGUEZ, E.B. Ácido estearico cardiovascular. **Actividad dietetic**, v. 13, n. 4, p. 161-172, 2009.

MENENDEZ, J.A., VELLON, L., COLOMER, R., & LUPU, R. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. **Annals of oncology**, v.16(3), p.359-371, 2005.

NRC (2000) NRC, **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. National Academy of Science, Washington, D.C. 7th ed. 2000.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, C.H.A., SILVA, A.M., SILVA, L.M., VAN TILBURG, M.F., FERNANDES, C.C.L., MOURA, A.A., MORENO, F.B.M.B., MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O., MOREIRA, R.A., BEZERRA, F.J., RONDINA, D. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. *Meat Sci.* 106, 6–24, 2015.

OR-RASHID, M. M.; ALZAHAL, O.; MCBRIDE, B. W. Comparative studies on the metabolism of linoleic acid by rumen bacteria, protozoa, and their mixture in vitro. **Applied Microbiology and Biotechnology**, n.89, p.387-395, 2011.

PARODI, P.W. Dietary guidelines for saturated fatty acids are not supported by the evidence. **Int Dairy J.** 52:115–123, 2016.

PELLEGRIN, A.C.R.S.; PIRES, C.C.; NALÉRIO, É.S.; WOMMER, T.P.; MELLO, R.O.; PELEGRINI, L.F.V. Meat quality of suckling lambs supplemented with contents of crude glycerin in creep feeding. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.5, p. 2685-2696, 2014.

PINHO, A.P.S.; BARCELLOS, J.O.J.; PERIPOLLI, V.; KINDLEIN, L.; ARAÚJO, J.R.; FILHO, D.C.A. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas comerciais de carne bovina. **R. Bras. Zootec**, v. 40, n. 5, p. 1134-1142, 2011.

PRADO, I. N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de tourinhos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1461-1476, 2011.

ROSSATO, L.V., BRESSAN, M.C., RODRIGUES, E.C., CAROLINO, M.I.A.C.M., BESSA, R.J.B., ALVES, S.P.P. Lipid composition of bovine meat from bulls and zebu finishing genetic groups in confinement. **Rev. Bras. Zootec.** 38, 1841–1846, 2009.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENATINER, J. V.; SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, **Seoul**, v. 22, n. 2, p. 1718-1734, 2009.

SAEED, O. A.; SAZILI, A. Q.; AKIT, H.; ALIMON, A. R.; SAMSUDIN, A. A. Effects of Corn Supplementation into PKC-Urea Treated Rice Straw Basal Diet on Hematological, Biochemical Indices and Serum Mineral Level in Lambs. **Animals**, v. 9, n. 10, p. 2-13, 2019.

SAEG – **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. 2000.** Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa: UFV/CPD. (Apostila).

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre Dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SALTER, A. M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v. 7, p. 163-171, 2013.

SAUCIER L. Meat safety: challenges for the future. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.69, p.705-708. 1999.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. **Nutrients**, v.4, p.1989-2007, 2012.

SILVA, L. F., BARBOSA, A. M., JÚNIOR, J. M. DA S., OLIVEIRA, V. DA S., GOUVÊIA, A. A., SILVA, T. M., LIMA, A. G. V. DE O., NASCIMENTO, T. V. C., BEZERRA, L. R., & OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from *Longissimus lumborum* of young bulls fed diets with containing licuri cake. Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, October, 104775, 2021a.

SILVA, L. F., BARBOSA, A. M., JÚNIOR, J. M. DA S., OLIVEIRA, V. DA S., GOUVÊIA, A. A., SILVA, T. M., LIMA, A. G. V. DE O., NASCIMENTO, T. V. C., BEZERRA, L. R., & OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from *Longissimus lumborum* of young bulls fed diets with containing licuri cake. Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, October, 104775, 2021a.

SILVA, M. L. F.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; SANTOS, L.V.; SANTOS, M.C.; SILVA, SILVA, A. P. G.; DANIELETO, A. S.; MANDINGA, T. C. S.; PAIXÃO, T. R.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SILVA, R. R. Effect of dietary inclusion of licuri cake on intake, feeding behavior, and performance of feedlot cull cows. **Trop. Anim. Health Prod**, v. 54, p. 1-8, 2022.

SILVA, W.P.; SANTOS, S.A.; CIRNE, L.G.A.; PINA, D.S.; ALBA, H.D.R.; RODRIGUES, T.C.G.C.; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; LIMA, V.G.O.; GALVÃO, J.M.; NASCIMENTO, C.O.; RODRIGUES, C.S.; CARVALHO, G.G.P. Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**, v. 244, 104391. 2021b.

TORAL, P.G., MONAHAN, F.J., HERVÁS, G., FRUTOS, P., & MOLONEY, A.P. Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. **Challenges and opportunities. animal**, v.12(2), p.272-281, 2018.

ULBRICHT, T.L.V.; & SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-92, 1991.

VAHMANI, P.; ROLLAND, D.; MAPIYE, C.; DUNNE, P.; AALHUS, J.; JUÁREZ, M.; MCALLISTER, T.; PRIETO, N.; DUGAN, M. Increasing desirable polyunsaturated fatty acid concentrations in fresh beef intramuscular fat. **CAB Reviews**, v.12, p.1-17, 2017.

VISENTAINER, J.V.; & FRANCO, M.R.B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006.

WEISS, C. P.; GENTRY, W. W.; COLE, N. A.; McCOLLUM, F. T.; JENNINGS, J. S. Effects of from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat Science**, 121, p. 88–95, 2017.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. IN: **Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers**, 61. Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University. p.176-185, 1999.

WOOD, J.D, ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R, RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I, WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Sci**. 78:343–358, 2008.

IV – CAPÍTULO II

Manuscrito de acordo com as normas da revista Tropical Animal Health and Production

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE NOVILHOS MESTIÇOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TORTA DE LICURI

RESUMO

Objetivou-se avaliar níveis de inclusão da torta de licuri em dietas para novilhos mestiços terminados em confinamento sobre a composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne. Foram utilizados 40 novilhos mestiços, com idade média de 24 meses e peso vivo médio de $358,19 \pm 41,57$ kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos: controle (sem inclusão de torta de licuri na dieta); inclusão de 8,5, 17,0 e 25,5% de torta de licuri na matéria seca total da dieta, sendo 10 animais por tratamento. Houve efeito linear decrescente para os teores de colesterol. Os ácidos láurico, mirístico e esteárico apresentaram efeito linear crescente com os níveis de inclusão da torta. Houve efeito linear decrescente, para os ácidos oléico e gadoléico. O ácido nervônico apresentou comportamento quadrático, com ponto máximo ao nível de 12,06% de inclusão da torta de licuri na dieta. Os ácidos linoléico e linolênico, apresentaram efeito linear decrescente. A inclusão da torta de licuri na dieta causou efeito quadrático nos teores dos ácidos araquidônico e eicosapentaenóico (EPA), com pontos mínimos nos níveis de 15,83 e 17,86% de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente. O somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), índices de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT) apresentaram efeito linear crescente. O somatório de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) e ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS), somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6) e atividades das enzimas Δ^9 dessaturase 14 e 18 decresceram linearmente à medida que aumentou os níveis da torta de licuri nas dietas. Recomenda-se o uso de até 8,5% de torta de licuri na dieta de novilhos confinados, para não prejudicar a qualidade nutricional da carne.

Palavras-chave: bovinos, coproduto, *Longissimus dorsi*, qualidade da carne

IV – CHAPTER II

CHEMICAL COMPOSITION AND PROFILE OF FATTY ACIDS IN THE MEAT OF CROSSBREED BEEF BEEFS FED DIETS CONTAINING LICURI CAKE

ABSTRACT

The objective was to evaluate levels of inclusion of licuri cake in diets for crossbred steers finished in feedlot on the centesimal composition, cholesterol and fatty acid profile of the meat. Forty crossbred steers, with an average age of 24 months and average live weight of 358.19 ± 41.57 kg, were used. The animals were distributed in a completely randomized design, consisting of four treatments: control (without inclusion of licuri cake in the diet); inclusion of 8.5, 17.0 and 25.5% of licuri cake in the total dry matter of the diet, with 10 animals per treatment. There was a decreasing linear effect for cholesterol levels. The lauric, myristic and stearic acids showed an increasing linear effect with the cake inclusion levels. There was a decreasing linear effect for oleic and gadoleic acids. Nervonic acid showed a quadratic behavior, with a maximum point at the level of 12.06% of inclusion of licuri cake on the diet. Linoleic and linolenic acids showed a decreasing linear effect. The inclusion of licuri cake on the diet caused a quadratic effect on the levels of arachidonic and eicosapentaenoic acid (EPA), with minimum points at the levels of 15.83 and 17.86% of inclusion of licuri cake on the diet, respectively. The sum of saturated fatty acids (SFA), atherogenicity indices (AI) and thrombogenicity index (TI) showed an increasing linear effect. The sum of monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids, ratio of monounsaturated and saturated fatty acids (MUFA:SFA) and polyunsaturated and saturated fatty acids (PUFA:SFA), sum of omega 6 fatty acids (n-6) and activities of Δ^9 desaturase 14 and 18 enzymes decreased linearly as the levels of licuri cake in the diets increased. It is recommended the use of up to 8.5% of licuri cake in the diet of feedlot steers, so as not to impair the nutritional quality of the meat.

Keywords: cattle, by-product, Longissimus dorsi, meat quality

1 Introdução

Os alimentos tradicionais como milho e soja tem maior participação na elevação dos custos com concentrado principalmente no sistema de confinamento. E uma alternativa para reduzir os custos na alimentação animal é a utilização de coprodutos obtidos a partir da produção do biodiesel para substituir os ingredientes tradicionais por outras fontes de proteínas e energias, pelos quais possuem valores mais baixos em comparação com esses alimentos tradicionais, e assim obter produtos de origem animal com qualidade.

A torta de licuri é obtida a partir da extração do óleo de licuri (*Syagrus coronata*) durante a produção do biodiesel. O licurizeiro é uma palmeira de ocorrência natural na Caatinga e é considerada uma das mais importantes da região Semiárida brasileiro, haja vista que o óleo do licuri é utilizado para suprimento das indústrias de cosméticos e sabões, além de seu uso na alimentação humana e animal (Borja et al., 2010). A torta de licuri tem potencial para ser incluído nas dietas dos animais devido seu alto teor de proteína bruta (23,31%) e extrato etéreo (8,87%) (Ferreira et al., 2017; Bagaldo et al., 2019; Costa et al., 2019; Silva et al., 2021a).

Com base nessas informações e atrelados a demanda por proteína animal, o sistema de confinamento surge como ferramenta para aumentar a eficiência na produção animal, com melhorias nos produtos gerados para o mercado consumidor, além da redução no tempo de abate (Gomes et al., 2015). No confinamento os alimentos tradicionais geram maiores custos com alimentação, fazendo-se necessário o uso de estratégias para minimizar os custos, desta forma, utilizando alternativas alimentares com baixo custo, como a torta de licuri.

Diante disso, como a alimentação tem grande influência na qualidade da carne, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas com alimentos alternativos para determinar um nível de inclusão adequado para que não ocorra aumento de ácidos graxos indesejáveis para a saúde humana, sobretudo os ácidos graxos saturados mirístico e palmítico, pelos quais tem influência na elevação do nível de colesterol no sangue (Souza et al., 1998).

Nesta vertente, até o presente estudo, são poucas as pesquisas publicadas utilizando a torta de licuri na alimentação animal, principalmente avaliando perfil de ácidos graxos de bovinos de corte, e os resultados deste estudo podem dar suporte aos

nutricionistas para recomendá-lo como fonte proteica ou energética para essa categoria animal. Portanto, objetivou-se avaliar os níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de novilhos mestiços terminados em confinamento sobre o perfil de ácidos graxos, composição centesimal e colesterol da carne.

2 Material e métodos

O experimento foi conduzido conforme as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (CEUA/UESB), campus Itapetinga, sob o protocolo 147/2017, aprovação no dia 21 de fevereiro de 2017.

2.1 Localização e instalações

A pesquisa foi realizada na Fazenda Princesa do Mateiro, município de Ribeirão do Largo, Bahia, região Sudoeste do Estado da Bahia, localizada a 15° 09' 07" de latitude sul, 40° 15' 32" de longitude oeste e 709 m de altitude, caracterizado pelo clima tropical úmido, conforme classificação de Koppen, com precipitação média anual de 800 mm e temperatura média anual de 27 °C.

As análises de composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne, foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (LABMESQ - UESB).

Os novilhos foram confinados em baias coletivas (10 animais/baia), com área útil de 100 m² (10 m x 10 m), sendo (50 m²) de chão cimentado, (50 m²) parcialmente coberta, providas de comedouro cobertos (10 metros lineares) e bebedouros de concreto com capacidade de 350 litros de água. Os animais foram identificados no início do período experimental com brincos de plástico e vermifugados.

2.2 Período experimental, animais e dieta

A pesquisa a campo foi realizada entres os meses de março a junho de 2017, compreendendo um período de 105 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais às dietas, manejo e instalações e 91 dias para coleta de dados.

Foram utilizados 40 novilhos mestiços (1/2 *Bos taurus* x 1/2 *Bos indicus*), castrados, com idade média de 24 meses e peso vivo médio de 358,19 ± 41,57 kg. Após a pesagem, os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e 10 repetições. Os animais foram distribuídos nos tratamentos que consistiram em:

- 0,0% = controle** (sem inclusão de torta de licuri na dieta);
8,5% = inclusão de 8,5% de torta de licuri na matéria seca da dieta;
17,0% = inclusão de 17,0% de torta de licuri na matéria seca da dieta;
25,5% = inclusão de 25,5% de torta de licuri na matéria seca da dieta.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000), atendendo às exigências nutricionais para ganho de 1,5 kg/dia. Os animais foram alimentados com casca de arroz *in natura*, e concentrado, com uma razão volumoso:concentrado de 15:85. As dietas foram fornecidas visando ao consumo *ad libitum*, de modo a permitir sobras de 10%, e fornecimento de água *ad libitum*. Os animais foram alimentados em duas refeições diárias (7:00 e 16:00 horas, sendo 60% do total pela manhã e 40% à tarde).

A composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (% MS)*.

Nutrientes	Casca de arroz	Milho moído	Sorgo moído	Torta de licuri	Farelo de soja
MS ¹	89,96	90,59	90,15	89,91	91,05
MO ²	93,36	98,70	98,77	94,73	94,57
PB ³	3,57	10,19	9,47	24,80	50,64
EE ⁴	2,55	5,06	3,07	7,01	2,27
FDNcp ⁵	83,11	16,80	11,83	56,75	12,08
CNFcp ⁶	4,13	66,64	74,40	6,16	29,59
Lignina ⁷	12,17	1,78	1,88	13,46	0,50
MM ⁸	6,64	1,31	1,23	5,27	5,43
NDT ⁹	34,90	84,32	82,51	42,61	80,40

¹Matéria Seca; ²Matéria Orgânica; ³Proteína Bruta; ⁴Extrato Etéreo; ⁵Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁶Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁷Lignina; ⁸Matéria mineral; ⁹Nutrientes digestíveis totais de acordo equação do NRC (2001).

*Fonte: Oliveira et al. (2022).

A participação em percentual dos ingredientes e composição química das dietas experimentais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e a composição química das dietas fornecidas (% MS)*.

Proporção dos ingredientes (%MS ¹)	Níveis de torta de licuri (% MS)			
	0,0	8,5	17,0	25,5
Casca de arroz	15,00	15,00	15,00	15,00
Milho grão moído	61,74	57,55	53,47	49,28
Sorgo grão moído	8,50	8,50	8,50	8,50
Torta de licuri	0,00	8,62	16,97	25,43
Farelo de soja	12,90	8,52	4,28	0,00
Fosfato Bicálcico	1,28	1,28	1,28	1,28
Calcário	0,61	0,57	0,52	0,40
Virginiamicina ²	0,12	0,12	0,12	0,12
Sal mineral ³	0,39	0,39	0,39	0,39
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química das dietas fornecidas (%MS)				
Matéria seca (%)	88,83	88,80	88,75	88,66
Matéria orgânica (%MS)	95,54	95,42	95,30	95,13
Proteína bruta (%MS)	14,16	13,66	13,16	12,67
Extrato etéreo (%MS)	4,06	4,35	4,64	4,92
FDNcp ⁴ (%MS)	25,40	29,06	32,60	36,18
FDNi ⁵	14,15	16,31	18,41	20,54
CNFcp ⁶ (%MS)	51,90	48,35	44,89	41,35
Lignina (%MS)	3,15	4,21	5,24	6,29
Matéria Mineral (%MS)	2,61	2,77	2,93	3,09
NDT ⁷ (%MS)	72,69	73,96	68,33	66,25

¹Matéria seca; ²Virginiamicina 2%, Carbonato de sódio 98%; ³Composição: Cálcio 140 g; fósforo 65 g; sódio 148 g; magnésio 5 g; enxofre 12 g; cobalto 107 mg; cobre 1550 mg; iodo 150 mg; manganês 1400 mg; níquel 30 mg; selênio 18 mg; zinco 4500 mg; 1120 mg; flúor (máximo) 650 mg; ⁴Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁵Fibra em Detergente Neutro indigestível; ⁶Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; ⁷Nutrientes digestíveis totais obtido.

*Fonte: Oliveira et al. (2022).

2.3 Análises laboratoriais dos alimentos

As amostras de concentrado e volumoso foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas a -10 °C, para posteriores análises químicas. Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente na fábrica de ração da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, durante a mistura dos concentrados, sendo feita uma amostra composta dos alimentos: sorgo, torta de licuri, farelo de soja e milho.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (60 °C), por 72 horas, em seguida, moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de malha de 2 e 1 mm. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos hermeticamente fechados e identificados para realização das análises da composição.

As amostras foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (método INCT-CA G-001/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (método INCT-CA G-004/1), fibra em detergente neutro (método INCT-CA F-002/1), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (métodos INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1), lignina (método INCT-CA F-005/1) e Fibra em detergente neutro indigestível (método INCT-CA F-009/1) de acordo metodologia descrita por Detmann et al. (2021).

Os carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína foram calculados conforme a equação proposta por Weiss (1999):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PB}\% + \text{EE}\% + \text{MM}\% + \text{FDNcp}\%)$$

Em que PB% = teor de proteína bruta, EE% = teor de extrato etéreo, MM% = teor de cinzas e FDNcp% = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os nutrientes digestíveis totais foram calculados segundo o NRC (2001):

$$\text{NDT} = (\text{PBD} + (\text{EED} \times 2,25) + \text{FDND} + \text{CNFD})$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

2.4 Abate dos animais e avaliação da carne

Ao final do experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial na cidade de Itapetinga, localizado na região Sudoeste do Estado da Bahia, onde se procedeu o abate, após terem sido submetidos a jejum de sólidos de 16 horas, segundo normas estabelecidas pela instrução normativa do MAPA (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000), obedecendo ao fluxo de abate normal do frigorífico.

Na meia carcaça direita realizou-se um corte transversal entre a 12ª e a 13ª costela, objetivando expor o músculo *Longissimus dorsi*. Os músculos foram embalados inicialmente com papel filme, em seguida com papel alumínio, para evitar queima pelo resfriamento, identificados e separados individualmente em sacos plásticos, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10 °C, para futuras análises. Para a realização das análises as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (20 °C), trituradas, homogeneizadas e analisadas (composição centesimal: umidade, matéria mineral e proteína; perfil de ácidos graxos e colesterol).

2.5 Composição centesimal

2.5.1 Umidade

Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente, 3,0000 g ($\pm 0,0001$ g) de carne, adicionados em cadinhos de porcelana e levados a estufa sem circulação de ar, a uma temperatura de 100 a 105 °C por 4 h. Posteriormente, as amostras foram retiradas, colocadas em dessecador por 30 minutos e após esse período, submeteu-se a pesagem (AOAC, 2010).

2.5.2 Matéria Mineral

A determinação da matéria mineral foi obtida de acordo o método gravimétrico (procedimento 923.03 da AOAC 2010). Sequencialmente à análise de umidade, as amostras da carne foram levadas ao forno mufla, para sua queima durante 6 h a uma

temperatura de 550 °C, em seguida, foram colocados no dessecador por 30 minutos com posterior pesagem.

2.5.3 Proteína Bruta

A proteína bruta foi analisada segundo o método Micro-Kjeldahl (procedimento 920.87 da AOAC 2010).

2.5.4 Lipídeos totais

Para determinação dos lipídeos totais, utilizou-se a metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959).

2.6 Colesterol

2.6.1 Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne

A determinação do colesterol na carne seguiu a metodologia descrita por Saldanha et al. (2004). No procedimento realizado para extração da matéria insaponificável, utilizaram-se tubos falcon, com capacidade de 50 mL, onde foram adicionados 2,0 g de amostra de carne trituras e homogeneizadas, 4,0 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 mL de álcool etílico. Após agitação em vórtex por um minuto, a mistura permaneceu em repouso durante 22 horas, ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Posteriormente, foi adicionada a mistura 5,0 mL de água destilada e 10 mL de n-hexano, e novamente agitados por 5 minutos em vórtex. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação e após a completa separação das fases foi coletada a fase hexânica em balão de fundo redondo e rotaevaporado os solventes voláteis, restando um resíduo (matéria graxa total) no qual foi diluído em 2,5 mL de fase móvel constituída pela mistura dos solventes acetonitrila e isopropanol na proporção (85:15, v/v).

O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado por meio de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF), com diâmetro do poro de 0,45 µm sendo

aconditionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração para posterior análise por cromatografia líquida.

2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20A 5R) e duas bombas (LC-20 AR com detector UV-Visível (SPD –20A). A coluna analítica utilizada foi uma C18 (250 mm x 4,6 mm x 5 µm). A fase móvel constitui-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 mL/min, sendo o tempo de análise de 30 minutos.

Os cromatogramas foram processados a 202 nm. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. A identificação do colesterol foi realizada por meio da comparação do tempo de retenção das amostras, com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.7 Perfil de ácidos graxos

2.7.1 Extração dos lipídeos totais da carne

A extração da fração lipídica foi extraída com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), conforme metodologia proposta por Bligh & Dyer (1959). Foram pesadas cerca de 15 g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL e adicionado 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol, agitados por 5 minutos. Após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio, agitando a mistura por mais 2 minutos e em seguida acrescentou-se 15 mL de água destilada e agitando novamente por mais 5 minutos. Posteriormente, a solução obtida foi filtrada por meio de um filtro de papel Whatman n° 1 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtragem, foi adicionado ao resíduo, mais 10 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Filtrou-se o resíduo fazendo-se uso do mesmo

papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado foi transferido para um funil de separação. Após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente pesado vazio, e levado para o rota-vapor (banho-maria a 33-34 C°).

A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente. Foi adicionado 2 mL de N-heptano no balão e o resíduo restante foi coletado em microtubos tipo eppendorf. O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio.

3.7.2 Extração dos lipídeos totais do volumoso e concentrado da dieta

Para extração da matéria graxa das amostras de volumoso e concentrado e, para a determinação do perfil de ácidos graxos dos mesmos, foi utilizada a metodologia adaptada de Folch et al. (1957). O teor de umidade foi corrigido para 80%.

2.7.3 Transesterificação dos triacilgliceróis

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bannon et al. (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídeos extraídos de cada amostra, colocou-se em tubos com tampas rosqueáveis, adicionou-se 5 mL de solução de metóxido de sódio 0,25 mol/L⁻¹ em metanol-dietil éter (1:1), e agitou por 3 minutos. A essa mistura, foram adicionados 2 mL de iso-octano e 10 mL de solução saturada de cloreto de sódio. O tubo foi agitado novamente e deixado em repouso para que houvesse a separação das fases, a parte sobrenadante foi coletada e transferida para microtubos tipo eppendorf, devidamente identificados, para realização da análise cromatográfica.

2.7.4 Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa, em um equipamento modelo GC-2010 Plus marca Shimadzu com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100 m, 0,25 mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂) e 400 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama. A razão da divisão

da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225 °C e 260 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140 °C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3 °C/min até atingir 245 °C por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 1,0 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software GCSolution®.

2.7.5 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Mix C4-C24-18919-1 AMP, Supelco) e por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoléico (O-5632 Sigma, EUA).

Para a avaliação da resposta do detector de ionização de chama foi utilizada uma solução de mistura constituída de padrões (Sigma) de ésteres metílicos de ácidos graxos em concentração conhecida, sendo calculado através da equação proposta por Ackman (1972). Estes fatores foram obtidos a partir da média de sete repetições:

$$FR = \frac{A_{23:0} * C_x}{A_x * 23:0}$$

Em que:

FR= Fator de resposta em relação ao tricosanoato de metila;

A_{23:0}= área do tricosanoato de metila;

C_x= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A_x = área do éster metílico de ácido graxo; e

C_{23:0}= concentração tricosanoato de metila;

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg.g⁻¹ de lipídeos totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídeos (~150 mg) para transesterificação foram adicionados a todas

as amostras com auxílio de uma micropipeta, 1000 µL da solução de padrão interno com concentração conhecida (1,00 g.mL⁻¹). Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme (Visentainer & Franco 2006).

$$C \text{ (g100g}^{-1}\text{)} = \frac{AEM * M23:0 * FCT}{A23:0 * MA * FCEA}$$

Em que:

AEM = área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos

A23:0 = área do padrão interno;

M23:0 = massa do padrão interno adicionado a amostra (em miligramas);

MA = massa da amostra (em gramas);

FCT = fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos; e

FCEA = fator de conversão para expressar os resultados em mg de ácidos graxos/g de lipídeos totais (LT).

2.7.6 Perfil lipídico do volumoso e concentrado da dieta

A composição dos ácidos graxos identificados na casca de arroz e concentrado da dieta e os seus somatórios estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da casca de arroz e das dietas experimentais.

Ácidos graxos (%)		Casca de arroz	Níveis de torta de licuri (% MS)			
			0,0	8,5	17,0	25,5
Saturados						
Laúrico	C12:0	13,60	7,65	8,54	7,98	9,84
Mirístico	C14:0	5,30	4,20	5,02	6,30	4,73
Palmítico	C16:0	29,20	13,60	16,96	18,21	11,60
Estearico	C18:0	9,13	5,27	4,92	3,15	2,83
Monoinsaturados						
Miristoléico	C14:1	0,30	0,18	0,12	0,33	0,05
Palmitoléico	C16:1	1,36	1,59	0,93	1,60	1,87
Oléico	C18:1n9c	20,81	33,61	24,85	28,68	29,98
Poliinsaturados						
Linoléico	C18:2n6c	14,11	25,14	26,57	25,30	27,97
γ -Linolênico	C18:3n6	1,22	0,07	0,08	0,05	0,08
α -Linolênico	C18:3n3	2,30	4,23	6,45	3,71	4,81
Eicosadienoico	C20:2	0,80	0,65	0,48	0,90	0,67
Dihomo- γ -linolênico	C20:3n6	0,13	0,26	0,25	0,26	0,15
Araquidônico	C20:4n6	0,61	2,21	3,24	1,91	3,20
Eicosapentaenóico	C20:5n3	0,52	0,50	0,43	0,77	0,60
Docosahexaenóico	C22:6n3	0,61	0,84	1,16	0,85	1,62
Somatório dos ácidos graxos						
AGS ¹		57,23	30,72	35,44	35,64	29,00
AGMI ²		22,47	35,38	25,90	30,61	31,90
AGPI ³		20,30	33,90	38,66	33,75	39,10

¹Somatório de ácidos graxos saturados; ²Somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ³Somatório de ácidos graxos poliinsaturados.

2.7.7 Avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos da carne in natura

Os totais de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM), poliinsaturados (AGP), ácidos graxos ômega 3 e 6 (n-3 e n-6, respectivamente), e as relações: AGM:AGS, AGP:AGS, e n-6:n-3, foram calculados com base nos perfis de ácidos graxos identificados de cada amostra.

Os ácidos graxos desejáveis foram calculados por meio do somatório dos ácidos: (C18:0+AGMI+AGPI). A qualidade nutricional da fração lipídica da carne *in natura* foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), a partir dos resultados obtidos para os ácidos graxos encontrados nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = \frac{C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0}{\Sigma AGMI + \Sigma n - 6 - \Sigma n - 3}$$

$$IT = \frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{(0,5 * \Sigma AGMI) + (0,5 * \Sigma n - 6) + (3 * \Sigma n - 3) + (\Sigma n - 3 / \Sigma n - 6)}$$

Em que:

$\Sigma AGMI$ = Somatório de ácidos graxos monoinsaturados;

$\Sigma n-6$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6;

$\Sigma n-3$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3; e

$\Sigma n-3/\Sigma n-6$ = relação dos ácidos graxos da família ômega 6 e 3

Após a identificação dos ácidos graxos, procedeu-se a determinação dos índices de Δ^9 - dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi et al. (2012) e Malau-Aduli et al. (1997):

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 14 = \frac{(C14:1)}{(C14:1 + C14:0)} * 100$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 16 = \frac{(C16:1)}{(C16:1 + C16:0)} * 100$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase } 18 = \frac{(C18:1n9c + C18:1n9t)}{(C18:1n9c + C18:1n9t + C18:0)} * 100$$

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (SAEG, 2001). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “F” em nível de 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2), conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + l_i + c_j + t_k(ij) + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = valor observado da variável; μ = média geral; l_i = efeito da linha i ; c_j = efeito da coluna j ; $t_k(ij)$ = efeito do tratamento k e e_{ijk} = erro aleatório (resíduo).

3 Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal e colesterol da carne

Observou-se efeito quadrático ($<0,05$) para o teor de umidade ($P=0,000$) em função dos níveis de inclusão da torta de licuri na dieta, com ponto mínimo no nível de 10,63% de inclusão da torta (Tabela 4).

Houve efeito linear decrescente ($<0,05$) para os teores de proteína ($P=0,028$) e colesterol ($P=0,036$), com redução de 0,073% e 0,069 mg/100g para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente. Os teores de matéria mineral e lipídeos totais não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão da torta de licuri na dieta, com médias de 0,95 e 5,60%.

Tabela 4. Composição centesimal e teor de colesterol do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.

Composição centesimal	Nível de torta de licuri				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	(%MS)						L	Q
	0,0	8,5	17,0	25,5				
Umidade %	72,13	71,42	71,30	73,31	Y1	0,38	0,026	0,000
Matéria mineral %	0,95	0,96	0,94	0,96	Y=0,95	0,02	0,882	0,779
Proteína %	21,48	21,26	20,92	19,53	Y2	0,70	0,028	0,331
Lipídeos totais %	4,94	5,70	5,92	5,85	Y=5,60	0,71	0,241	0,868
Colesterol mg/100g*	38,00	37,68	36,41	36,48	Y3	0,59	0,036	0,954

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ¹Y = 0,009x² - 0,200x + 72,21 R² = 0,95; ²Y = -0,073x + 21,73 R² = 0,83; ³Y = -0,069x + 38,017 R² = 0,85.

*Fonte: Oliveira et al. (2022).

A inclusão da torta de licuri promoveu aumento no teor de umidade a partir do nível de 10,63%, e este fato pode estar atrelado a idade de abate dos animais, pelo qual foram abatidos jovens (24 meses). Segundo a Embrapa (1999) em animais jovens, o teor de gordura é menor e teor de umidade é maior; no entanto, em músculos com maior teor de gordura, o teor de umidade é reduzido. Gouvêa et al. (2016) avaliando os efeitos da torta de licuri em dietas de touros jovens (24 meses) observaram aumento linear para o teor de umidade, com média de 74%, entretanto, no presente estudo o teor médio de umidade obtido foi de 72%, sendo inferior ao encontrado por estes autores.

A inclusão da torta de licuri promoveu redução linear no teor de proteína, e este fato pode estar associado à redução do teor de proteína na composição da dieta ofertada aos animais (Tabela 2), com a inclusão da torta de licuri. Este resultado corrobora com Costa et al. (2018), que avaliando níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de cordeiros, observaram redução linear no teor de proteína, com média de 20%, sendo este valor próximo ao obtido no presente estudo, pelo qual a média do percentual de proteína foi de 21%.

Conforme o avanço da idade do animal e grau de engorda, há decréscimos de teores de proteínas (Berg & Butterfield, 1976) devido à desaceleração do crescimento muscular, onde há menor ganho de proteína por kg de ganho de peso corporal vazio à medida que se eleva o peso do animal, ao mesmo tempo em que ocorre maior desenvolvimento do tecido adiposo (Ferreira, 1997).

O colesterol reduziu linearmente com a inclusão da torta de licuri. Segundo Ludke & López (1999), a concentração de colesterol na dieta deve estar presente de forma moderada, pois é fundamental na síntese de hormônios e sais biliares. Nesse estudo, todos os tratamentos apresentaram teor de colesterol abaixo dos teores considerados maléficos à saúde humana (50 mg/100 g de músculo) (Sauceir, 1999), com média de 38 mg/100 g, e este valor pode ser atribuído à idade de abate dos novilhos (24 meses), pelo qual é um fator que pode afetar diretamente o colesterol no músculo, e em animais jovens apresentam menores concentrações (Rotta et al., 2009; Silva, et al., 2021a).

Os teores de matéria mineral e lipídeos totais não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão da torta de licuri na dieta, com medias de 0,95 e 5,60%. Semelhante a este resultado, Silva, et al. (2021b) que também não observaram diferenças para os teores de matéria mineral e lipídeos totais na carne de cabritos alimentados com torta de licuri, com média de 1,0 e 2,5%, respectivamente. Os lipídeos estão presentes em menor proporção, mas são componentes importantes da carne, pois atribuem qualidades sensoriais desejadas, como suculência, sabor e aroma. O teor médio de lipídeos totais (5,60%) ficou dentro do valor preconizado por Felício (1997) para uma carne de qualidade ($> 4\%$), o que favorecem a maciez, sabor e suculência.

3.2 Perfil de ácidos graxos

Os ácidos laúrico (C12:0, $P=0,000$), mirístico (C14:0, $P=0,000$), esteárico (C18:0, $P=0,000$) e araquídico (C20:0, $P=0,001$) apresentaram efeito linear crescente ($P<0,05$) com os níveis de inclusão da torta, com aumento de 0,003, 0,097, 0,303 e 0,014%, respectivamente, para cada 1% de torta de licuri adicionada (Tabela 5).

Houve comportamento quadrático ($P<0,05$) para o ácido behênico (C22:0, $P=0,003$), com ponto máximo ao nível de 10,50% de inclusão da torta de licuri.

Os demais ácidos cáprico (C10:0) pentadecílico (C15:0), palmítico (C16:0) e margárico (C17:0) não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de inclusão da torta de licuri na dieta, apresentando médias de 0,05, 0,13, 22,92 e 1,75%, respectivamente.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0,0	8,5	17,0	25,5			L	Q
C10:0⁴	0,04	0,06	0,06	0,05	Y=0,05	0,30	0,161	0,114
C12:0⁵	0,09	0,11	0,16	0,16	Y1	0,19	0,000	0,214
C14:0⁶	3,18	3,80	4,81	5,58	Y2	0,31	0,000	0,978
C15:0⁷	0,11	0,15	0,12	0,12	Y=0,13	0,16	0,997	0,143
C16:0⁸	22,45	23,06	23,47	22,71	Y=22,92	1,46	0,994	0,890
C17:0⁹	1,68	1,70	1,87	1,74	Y=1,75	0,27	0,851	0,995
C18:0¹⁰	13,70	15,06	18,70	21,08	Y3	0,90	0,000	0,809
C20:0¹¹	0,41	0,45	0,52	0,78	Y4	0,20	0,001	0,102
C22:0¹²	0,03	0,03	0,04	0,01	Y5	0,17	0,000	0,003

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ⁴Cáprico; ⁵Laúrico; ⁶Mirístico; ⁷Pentadecílico; ⁸Palmítico; ⁹Margárico; ¹⁰Esteárico; ¹¹Araquídico; ¹²Behenico; ¹Y = 0,003x + 0,091 R² = 0,89; ²Y = 0,097x + 3,111 R² = 0,99; ³Y = 0,303x + 13,268 R² = 0,97; ⁴Y = 0,014x + 0,363 R² = 0,84; ⁵Y = -0,000x² + 0,002x + 0,028 R² = 0,74.

O aumento nos ácidos laúrico, mirístico, esteárico e araquídico pode ser decorrente do somatório de ácidos graxos saturados (Tabela 8), pelo qual também apresentou mesmo efeito, mostrando que o aumento de AGS foi suficiente para alterar a concentração desses ácidos.

Dentre os ácidos graxos saturados de maior importância para a saúde humana, destaca-se os ácidos mirístico e palmítico, sendo os mais preocupantes, pois são considerados hipercolesterolêmicos, e o esteárico, no qual é considerado neutro na elevação do teor de colesterol (Dietschy, 1998; Grundy & Denke, 1990), e o mirístico possui potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em relação ao Palmítico (Mensink & Katan, 1992). Contudo, o mirístico representa apenas cerca de 3% dos ácidos graxos totais (Moholisa et al., 2018).

O ácido esteárico exerce pouca influência em aumentar os níveis de colesterol (Dietschy, 1998; Grundy & Denke, 1990), além disso possui propriedades benéficas (Lima et al. 2017), e confere muitas características desejáveis, como sabor e textura (Menezes et al., 2014). A maior parte do esteárico é absorvido pelo organismo e convertido em ácido oléico pela ação da enzima Δ^9 dessaturase 18 (Masset et al., 2009).

De acordo Kim et al. (2009) os ácidos graxos derivados da dieta são hidrolisados e, em seguida os poliinsaturados são rapidamente hidrogenados pelas bactérias ruminais, resultando na produção de ácidos graxos saturados, e a dieta é um fator que pode interferir no processo de biohidrogenação (Demirel et al., 2006). Em dietas para ruminantes, os ácidos graxos de cadeia média, como o láurico, presentes na torta de licuri (Tabela 3), têm sido utilizados para diminuir a produção de metano (Zhou et al., 2013; Kim et al., 2014), tendo efeitos antiprotozoários e antibacterianos (Hristov et al., 2004; Nakatsuji et al., 2009), afetando principalmente bactérias fibrolíticas responsáveis pela biohidrogenação (Kozloski, 2016; Klop et al., 2017).

Na Tabela 6 está apresentado as concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI). Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$), para os ácidos oléico (C18:1n9c, $P = 0,000$) e gadoléico (C20:1, $P = 0,011$). Para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta reduziram-se 0,441 e 0,004%, respectivamente.

O ácido nervônico (C24:1, $P = 0,008$) apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com ponto máximo ao nível de 12,06% de inclusão da torta de licuri na dieta, com redução a partir desse ponto.

Os demais ácidos miristoléico (C14:1), ácido palmitoléico (C16:1), heptadecenoico (C17:1) e elaídico (C18:1n9t) não sofreram influência ($P > 0,05$) com os níveis de inclusão da torta de licuri na dieta, com média de 1,48, 3,63, 1,38 e 0,60%, respectivamente.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0,0	8,5	17,0	25,5			L	Q
C14:1⁴	1,45	1,26	1,55	1,65	Y=1,48	0,43	0,159	0,296
C16:1⁵	3,09	4,04	3,68	3,70	Y=3,63	0,24	0,185	0,066
C17:1⁶	1,16	1,44	1,46	1,47	Y=1,38	0,17	0,230	0,586
C18:1n9t⁷	0,59	0,64	0,56	0,59	Y=0,60	0,22	0,976	0,997
C18:1n9c⁸	48,60	44,98	39,77	37,84	Y1	1,76	0,000	0,872
C20:1⁹	0,16	0,17	0,11	0,07	Y2	0,26	0,011	0,302
C24:1¹⁰	0,43	0,54	0,70	0,28	Y3	0,27	0,651	0,008

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L- Linear, Q - quadrática); ⁴Miristoléico; ⁵Palmitoléico; ⁶Heptadecenoico; ⁷Elaídico; ⁸Oléico; ⁹Gadoléico; ¹⁰Nervônico; ¹Y = -0,441x + 48,421 R² = 0,97; ²Y = -0,004x + 0,177 R² = 0,84; ³Y = -0,002x² + 0,043x + 0,399 R² = 0,79.

A redução dos ácidos oléico, gadoléico e nervônico pode estar associada ao somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), pelo qual também foram reduzidos com a inclusão da torta na dieta (Tabela 8), tendo mesmo comportamento. Diferente deste resultado, Silva, et al. (2021a) não observaram efeitos significativos nas concentrações desses mesmos ácidos na carne de tourinhos confinados alimentados com torta de licuri, com média de 0,11, 0,04 e 0,06%, respectivamente.

Está apresentado na Tabela 7 o perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri. Os ácidos linoléico (C18:2n6c, P=0,008) e linolênico (C18:3n3, P=0,009), apresentaram efeito linear decrescente (P<0,05). Para cada 1% de torta de licuri adicionada na dieta houve um decréscimo de 0,020 e 0,002%, respectivamente.

A inclusão da torta de licuri na dieta causou efeito quadrático (P<0,05) nos teores dos ácidos araquidônico (C20:4n6, P=0,010) e eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3, P=0,005), com pontos mínimos nos níveis de 15,83 e 17,86% de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente.

Os demais ácidos linolelaídico (C18:2n6t), alfa-linoléico (C18:3n6), rumênico/CLA (C18:2c9t11), trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA (C18:2t10c12), eicosadienóico (C20:2), dihomo- γ -linolênico (C20:3n6) e docosahexaenóico (DHA) (C22:6n3), não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão da torta de licuri na dieta, com médias de 0,09, 0,03, 0,27, 0,07, 0,02, 0,06 e 0,09%, respectivamente.

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.

Ácidos graxos (%)	Nível de torta de licuri (% MS)				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	0,0	8,5	17,0	25,5			L	Q
C18:2n6t⁴	0,08	0,10	0,08	0,08	Y=0,09	0,32	0,130	0,230
C18:2n6c⁵	1,42	1,25	1,04	1,02	Y1	0,41	0,008	0,945
C18:3n6⁶	0,04	0,04	0,04	0,02	Y=0,03	0,15	0,054	0,139
C18:3n3⁷	0,53	0,54	0,47	0,40	Y2	0,40	0,009	0,301
C18:2c9t11⁸	0,28	0,21	0,35	0,23	Y=0,27	0,38	1,000	0,701
C18:2t10c12⁹	0,07	0,05	0,09	0,06	Y=0,07	0,17	0,241	0,160
C20:2¹⁰	0,01	0,01	0,02	0,01	Y=0,02	0,20	0,575	0,800
C20:3n6¹¹	0,06	0,06	0,05	0,07	Y=0,06	0,25	0,272	0,151
C20:4n6¹²	0,22	0,16	0,15	0,18	Y3	0,16	0,075	0,010
C20:5n3¹³	0,04	0,02	0,02	0,02	Y4	0,26	0,000	0,005
C22:6n3¹⁴	0,08	0,07	0,11	0,08	Y=0,09	0,15	0,642	0,812

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L - Linear, Q - quadrática); ⁴Linolelaídico; ⁵Linoléico; ⁶Gama-linolênico; ⁷Alfa-linolênico; ⁸Rumênico/CLA; ⁹Trans-10, cis-12-octadecadienóico/CLA; ¹⁰Eicosadienóico; ¹¹Dihomo- γ -linolênico; ¹²Araquidônico; ¹³Eicosapentaenóico (EPA); ¹⁴Docosahexaenóico (DHA); ¹Y = $-0,017x + 1,394$ R² = 0,92; ²Y = $-0,005x + 0,554$ R² = 0,85; ³Y = $0,000x^2 + 0,010x + 0,220$ R² = 1; ⁴Y = $0,000x^2 - 0,003x + 0,039$ R² = 0,93.

Os ácidos linoleico e alfa-linolênico reduziram com a inclusão da torta de licuri possivelmente devido a ação limitada da torta de licuri sobre a biohidrogenação, assim a fermentação ruminal pode não ter sido modificada o suficiente para promover a biohidrogenação completa dos ácidos graxos, e assim elevar as concentrações destes ácidos poliinsaturados. Segundo Wood et al. (2008), o ácido linoléico é precursor dos AGPIs da família dos ômega-6 através da ação das enzimas Δ^5 e Δ^6 dessaturases.

A inclusão da torta de licuri na dieta aumentou a deposição dos ácidos araquidônico e eicosapentaenóico (EPA) possivelmente devido a alterações no processo de biohidrogenação ruminal. Estes ácidos de 20 carbonos são os mais importantes, sendo formados pela dessaturação e alongamento do ácido linoléico e ácido α -linolênico, respectivamente. Os ácidos araquidônico e eicosapentaenóico (EPA) fazem parte da família dos ômega 6 e 3, respectivamente, e o araquidônico caracteriza-se por estar presente em maior quantidade na carne de animais alimentados com dietas à base de concentrado.

Os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosaheptaenóico (DHA), pelos quais são pertencentes a família dos ômega-3, são formados a partir do alfa-linolênico por meio do processo de alongase e dessaturase (Perini et al., 2010). Os ácidos graxos da família ômega 3 possuem importante função na dieta humana, atuando no funcionamento e desenvolvimento da retina e cérebro, sendo predominante e essenciais na maioria das membranas celulares, uma vez que possuem atividades antitrombóticas e anti-inflamatórias, além de benefícios contra muitas doenças cardiovasculares (Cheatham et al., 2006; Wurtman, 2008).

De acordo Bauman & Griinari (1999), a influência da dieta pode ser explicada durante o processo de biohidrogenação pela ação de microrganismos ruminais, em que o ácido linoléico (C18:2n6c) passa inicialmente a ácido rumênico (CLA - C18:2, cis9 trans11), posteriormente a ácido vacênico (C18:1, trans11) e, a seguir, a esteárico (C18:0). A ausência de efeito na concentração do CLA pode ser explicada pela redução do somatório de AGPIs (Tabela 8) através da biohidrogenação dos ácidos graxos que resultou na formação de ácido esteárico (C18:0) ou outros isômeros C18:1. A concentração de C18:1n9t também pode ter promovido a falta de efeito do conteúdo total de ácido linoléico conjugado (rumênico/CLA - C18:2c9t11; octadecadienóico/CLA-C18:2t10c12), pelo quais ambos não foram alterados pela inclusão da torta, corroborando com os resultados de (Silva et al., 2021a; Costa et al., 2018) que também não observaram efeitos significativos com a inclusão da torta de licuri.

Entre os benefícios do ácido linoléico conjugado (CLA) à saúde, destacam-se na prevenção de câncer, doença arterial coronariana e diabetes (Mulvihill, 2001). O CLA é caracterizado por estar presente em produtos de origem animal, apresentando diversas formas ou isômeros do CLA, entretanto, em ruminantes é predominante na gordura da carne o isômero C18:2 *cis*-9 *trans*-11 (rumênico/CLA) ou C18:2 *trans*-10 *cis*-12

(octadecadienóico/CLA), e vale ressaltar que o CLA estar presente em maior quantidade em animais alimentados a pasto em comparação com animais confinados.

3.3 Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase

A maioria dos índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri foi alterada ($P < 0,05$) pela inclusão da torta de licuri (Tabela 8). O somatório dos ácidos graxos saturados (AGS, $P = 0,000$), índices de aterogenicidade (IA, $P = 0,000$) e índice de trombogenicidade (IT, $P = 0,000$) apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$). Para cada 1% de inclusão da torta de licuri na dieta aumentou-se 0,001, 0,014 e 0,030%, respectivamente.

O somatório de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI, $P = 0,001$) e poliinsaturados (AGPI, $P = 0,004$), relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS, $P = 0,001$) e ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS, $P = 0,000$), somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6, $P = 0,006$) e atividades das enzimas Δ^9 dessaturase 14 ($P = 0,016$) e 18 ($P = 0,000$) decresceram linearmente ($P < 0,05$) à medida que aumentou os níveis da torta de licuri nas dietas. Para cada 1% de inclusão da torta de licuri adicionada na dieta, houve redução de 0,410, 0,024, 0,019, 0,001, 0,019, 0,306 e 0,562%, respectivamente.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para os ácidos graxos desejáveis (AGD), relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico (h:H), somatório dos ácidos graxos ômega 3 (n-3), relação entre os ácidos ômega 6 e 3 (n-6:n-3) e atividade enzimática Δ^9 dessaturase 16, com médias de 70,14, 1,63, 0,60, 2,59 e 13,88%, respectivamente.

Tabela 8. Índices de qualidade nutricional e atividade dessaturase do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços alimentados com diferentes níveis de torta de licuri.

Índices de Qualidade (%)	Nível de torta de licuri				Eq. ¹	EPM ²	P ³	
	(%MS)						L	Q
	0,0	8,5	17,0	25,5				
AGS ⁴	41,69	44,42	49,75	52,23	Y1	1,68	0,000	0,998
AGMI ⁵	55,48	53,07	47,83	45,6	Y2	1,83	0,001	1,000
AGPI ⁶	2,83	2,51	2,42	2,17	Y3	0,43	0,004	0,983
AGMI:AGS ⁷	1,35	1,22	0,97	0,89	Y4	0,27	0,001	0,988
AGPI:AGS ⁸	0,07	0,06	0,05	0,04	Y5	0,37	0,000	0,792
AGD ⁹	72,03	70,68	68,96	68,87	Y=70,14	1,61	0,141	0,926
IA ¹⁰	0,61	0,70	0,86	0,96	Y6	0,19	0,000	1,000
IT ¹¹	1,33	1,50	1,85	2,05	Y7	0,23	0,000	0,994
h:H ¹²	1,93	1,74	1,44	1,41	Y=1,63	0,15	0,762	0,850
n-6 ¹³	1,82	1,61	1,36	1,37	Y8	0,43	0,006	0,790
n-3 ¹⁴	0,65	0,63	0,60	0,50	Y=0,60	0,20	0,064	0,736
n-6:n-3 ¹⁵	2,80	2,56	2,27	2,74	Y=2,59	1,08	0,997	0,292
Δ^9 -Dessaturase 14	31,27	25,23	24,49	22,86	Y9	2,17	0,016	0,324
Δ^9 -Dessaturase 16	12,15	15,20	13,58	14,59	Y=13,88	1,34	0,463	0,641
Δ^9 -Dessaturase 18	78,20	75,03	68,22	64,55	Y10	1,57	0,000	0,994

¹Equação de regressão; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade significativa ao nível de 5% (L - linear, Q - quadrática); ⁴Somatório dos ácidos graxos saturados; ⁵Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; ⁶Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados; ⁷Relação ácidos graxos monoinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁸Relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados; ⁹Ácidos graxos desejáveis; ¹⁰Índice de aterogenicidade; ¹¹Índice de trombogenicidade; ¹²Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico. ¹³Somatório dos ácidos graxos ômega-6; ¹⁴Somatório dos ácidos graxos ômega-3; ⁸Relação ômega-6:ômega-3; ¹⁵Relação ácidos graxos ômega-6:ômega-3; ¹Y = -0,001x² + 0,457x + 41,418 R² = 0,98; ²Y = -0,410x + 55,727 R² = 0,97; ³Y = -0,024x + 2,793 R² = 0,96; ⁴Y = -0,019x + 1,352 R² = 0,96; ⁵Y = -0,001x + 0,07 R² = 1,00; ⁶Y = 0,014x + 0,601 R² = 0,99; ⁷Y = 0,030x + 1,306 R² = 0,98; ⁸Y = -0,0188x + 1,780 R² = 0,89; ⁹Y = -0,306x + 29,858 R² = 0,83; ¹⁰Y = -0,562x + 78,664 R² = 0,98.

O somatório de ácidos graxos saturados (AGS) apresentou aumento linear com a inclusão da torta de licuri e, este fato pode estar relacionado com os ácidos graxos saturados láurico, mirístico e esteárico (Tabela 5), pelos quais possuem maiores concentrações, desta forma pode ter promovido aumento no somatório dos AGS. Resultados diferentes foram encontrados por Silva et al. (2021a) e Costa et al. (2018), onde ambos avaliando níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de bovinos e cordeiros, não observaram efeitos significativos para o somatório de AGS na carne, com média de 52,45% e 34,5 g/100 g de AG total, respectivamente.

A redução linear nos somatórios de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) pode estar associado a redução nos ácidos oléico e linoléico, pelos quais apresentaram maiores concentrações dentro dos AGMI e AGPI, respectivamente. Apesar da maioria dos AGMIs e AGPIs não terem sido alterados, o oléico e linoléico foram influenciados pela inclusão da torta, e estes apresentam maiores teores dentro dos AGMIs e AGPIs, desta forma corroborando na redução dos mesmos, pelos quais ambos apresentaram mesmo comportamento. Este mesmo fato corroboraram para a diminuição na relação dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI:AGS) e ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS), onde houve diminuição no somatório de AGMI e AGPI.

A atividade das enzimas Δ^9 dessaturase 14 e 18 foram reduzidas com a inclusão da torta de licuri. A enzima Δ^9 dessaturase 14, atua na transformação do ácido mirístico em miristoléico (Lopes et al., 2012). Já a enzima Δ^9 dessaturase 18 atua na síntese de ácidos graxos monoinsaturados, tendo como principal substrato o ácido esteárico que é o precursor do ácido oléico (Martin et al., 2006). Com isso, a redução na enzima Δ^9 dessaturase 18 pode está associada ao ácido monoinsaturado Oléico (Tabela 5) que apresentou mesmo comportamento, havendo redução.

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) aumentaram com a inclusão da torta. No entanto, mesmo com a elevação, o índice de aterogenicidade apresentou um valor médio de 0,78%, ficando dentro do valor recomendado por Joo et al. (2017), que é em torno de 1,0 na carne. Segundo estes autores, o IA é usado como indicador de risco de doenças cardiovasculares. Não foi encontrado na literatura um valor padrão recomendado para o índice de trombogenicidade.

A redução observada no somatório dos ácidos graxos ômega 6 (n-6) pode ser atribuída a redução do ácido linoléico, com maior concentração entre os ácidos graxos da série ômega 6 e que apresentou mesmo comportamento.

A inclusão da torta de licuri na dieta dos animais proporcionou um valor médio de 1,63 para a relação dos ácidos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico (h:H) na carne, estando dentro do valor (2,0) considerado como saudável para a saúde humana (Parodi, 2016). Este fato sugere que existe teores mais elevados de ácidos graxos hipocolesterolêmicos na composição do alimento (Souza et al., 2015), o que traz benefícios para saúde humana.

A relação entre h:H é um índice relacionado à funcionalidade dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte de colesterol no sangue (Wołoszyn et al., 2020), conseqüentemente, o tipo e a quantidade desses ácidos graxos estão associados ao início ou prevenção de doenças cardiovasculares. Os ácidos graxos oléico (C18:1n9c), linoléico, araquidônico, linolênico, eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) são considerados com potencial hipocolesterolêmicos e os ácidos graxos saturados, mirístico e palmítico, como hipercolesterolêmicos (Guyton & Hall, 2006).

A relação entre os ácidos ômega 6 e 3 (n-6:n-3) não foi afetada pela dietas, e mesmo com a redução nos ácidos graxos AGPI não foi suficiente para alterar a relação de n-6:n-3. De acordo a FAO (2010) recomendam-se uma relação de n6:n3 em torno de 4, e no presente estudo a média obtida (2,59) está dentro do valor recomendado.

4 Conclusões

A inclusão de torta de licuri na dieta reduz os teores de colesterol, as concentrações dos ácidos monoinsaturado oléico e poliinsaturados linoléico e linolênico. Entretanto, aumenta as concentrações dos ácidos graxos saturados láurico, mirístico e esteárico e índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT). Nesta vertente, recomenda-se o uso de até 8,5% de torta de licuri na dieta de novilhos confinados, para não prejudicar a qualidade nutricional da carne.

5 Referências

ACKMAN, R.G. The analysis of fatty acids and related materials by gas-liquid chromatography. **Progress in the chemistry of fats and other lipids**, v.12, p.165-284, 1972.

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th Edition, Washington, DC., 2010.

BAGALDO, A.R., MIRANDA, G.S., JÚNIOR, M.S., DE ARAÚJO, F.L., MATOSO, R.V.M., CHIZZOTTI, M. L., BEZERRA, L.R., OLIVEIRA, R.L. Effect of licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior, carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Rumin. Res.** 177, 18–24, 2019.

BANNON, C.D.; CRASKE, J.D.; HAI, N.T.; HARPER, N.L.; O’ROURKE, K.L. 1982. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: II. Methylation of fats and oils with boron trifluoride-methanol. **Journal of Chromatography**, v. 247, 63-69.

BAUMAN, D.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of CLA and its incorporation into meat and milk of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.117, 1999.

BERG, R. T; BUTTERFIELD, R M. *Novos conceitos de criação de gado* . Sydney University Press, University of Sydney, 1976.

BICHI, E., TORAL, P.G., HERVÁS, G., FRUTOS, P., GÓMEZ-CORTÉS, P., JUÁREZ, M., & DE LA FUENTE, M.A. Inhibition of Δ 9-desaturase activity with sterculic acid: Effect on the endogenous synthesis of cis-9 18: 1 and cis-9, trans-11 18: 2 in dairy sheep. **Journal of Dairy Science**, v.95, n. 9, p.5242-5252, 2012.

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

BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, C.VD.M, BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, T.M.; LIMA, L.S.; BARBOSA, L.P. Effects of feeding licury (*Syagrus coronate*) cake to growing goats. **Asian - Australasian Journal of Animal Science**. v.23,n.11, p.1436-1444, 2010.

CHEATHAM, C.L.; COLOMBO, J.; CARLSON, S.E. n-3 fatty acids and cognitive and visual acuity development: methodologic and conceptual considerations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83 n. 6, p. 1458-66, 2006.

COSTA, E.G.L.; DA SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; PORTO JR, A.F.; SANTIAGO, B.M.; ROCHA, L.C.; CRUZ, A.G.; GUEDES, A.C.; MARTINS NETO, T.; VIEIRA, E.A. Inclusion of licuri meal in the diet of pasture dairy cows. **Trop Anim Health Prod**, v. 51, p. 2505–2511, 2019.

COSTA, J.B.C., OLIVEIRA, R.L., SILVA, T.M., BARBOSA, A.M., BORJA, M.S., PELLEGRINI, C.B., OLIVEIRA, V.S., RIBEIRO, R.D.X., BEZERRA, L.R. Fatty acid, physicochemical composition and sensory attributes of meat from lambs fed diets containing licuri cake. *PLoS ONE*, v. 13, n. 11, p. 1-15, 2018.

DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, v.72, p. 229-235, 2006.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G.- **Métodos para análises de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Editora UFV. 214, 2012.

DIETSCHY, J.M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition*, v.128, p.444-228, 1998.

EMBRAPA. **Curso conhecendo a carne que você consome. Qualidade da carne bovina**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, 25p, 1999.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation. **FAO food and nutrition paper**, v.91, p.180, 2010.

FELÍCIO, P. E. 1997. **Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina**. In FEALQ (Ed.), *Produção de Novilho de Corte*. p. 79–97. Piracicaba: FEALQ Vol. Único.

FERREIRA, A.C.; VIERA, J.F.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS JUNIOR, J.E.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, P. de A.; OLIVEIRA, R.L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. *Animal Journal*, v.11, n.11, p.1957-1965. 2017.

FERREIRA, M. A. Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S.; J. **A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues**. *Biol. Chem*, v. 226, p. 497-509, 1957.
GOMES, R. D. C., NUNEZ, A. J. C., MARINO, C. T., MEDEIROS, S. R. (2015). Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE).

GOUVÊA, A.A.L.; OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; BEZERRA, L.R.; ASSIS, D.Y.; ALBUQUERQUE, I.R.; PELLEGRINI, C.B.; ROCHA, T.C. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. *J. Sci. Food Agric*. v. 97, p. 2147–2153, 2016.

GRUNDY, S.M.; & DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *Journal Lipid Research*, v. 31, p. 1149-1172, 1990.

GUYTON, A. C.; & HALL, J. E. Text Book of Medical Physiology. 7.ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

HRISTOV, A.N.; IVAN, M.; MCALLISTER, T.A. In vitro effects of individual fatty acids on protozoal numbers and on fermentation products in ruminal fluid from cattle fed a high-concentrate, barley-based diet. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2693–2704, 2004.

JOO, S.T.; HWANG, Y.H, FRANK, D. Characteristics of Hanwoo cattle and health implications of consuming highly marbled Hanwoo beef. **Meat Science**, v. 132, p. 45–51, 2017.

KIM E.J, HUWS A.S, LEE MRF, SCOLLAN N.D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **J Anim Sci**, v.22, n.9, p.1341-50, 2009.

KIM, E.T.; PARK, C.G.; LIM, D.H.; KWON, E.G.; KI, K.S.; KIM, S.B.; MOON, Y.H.; SHIN, N.H.; LEE, S.S. Effects of coconut materials on in vitro ruminal methanogenesis and fermentation characteristics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 12, 1721–1725, 2014.

KLOP, G.; DIJKSTRA, J.; DIEHO, K.; HENDRIKS, W.H.; BANNINK, A. Enteric methane production in lactating dairy cows with continuous feeding of essential oils or rotational feeding of essential oils and lauric acid. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 3563–3575, 2017.

KOZLOSKI, G.V. 2016. **‘Biochemistry of ruminants’**. 3rd edn. (Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brazil.

LIMA, E. S.; VALENTE, T. N. P.; ROÇA, R. O.; CEZARIO, A. S.; SANTOS, W. B. R.; DEMINICIUS, B. B.; RIBEIRO, J. C. Effect of Whole Cottonseed or Protected Fat Dietary Additives on Carcass Characteristics and Meat Quality of Beef Cattle: A review. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 5, p. 175, 2017.

LOPES, L. S., LADEIRA, M. M., NETO, O. R. M., RAMOS, E. M., PAULINO, P. V. R., CHIZZOTTI, M. L., GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, 978-985, 2012.

LUDKE, M. C. M. M. & LÓPEZ, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.181-187. 1999.

MALAU-ADULI, A.E.O., SIEBERT, B.D., BOTTEMA, C.D.K., & PITCHFORD, W.S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.48, n. 5, p.715-722, 1997.

MARSET, J.B.; COMAS, M.T.; BASSOLS, M.M.; RODRÍGUEZ, E.B. Ácido estearico cardiovascular. **Actividad dietetic**, v. 13, n. 4, p. 161-172, 2009.

MARTINS, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev Nutr.** v. 19, n. 6, p. 761-70, 2006.

MENEZES, L.F.G., RESTLE, J., KOZLOSKI, G.V., BRONDANI, I.L., ARBOITTE, M.Z., SILVEIRA, M.F., & NÖRNBERG, J.L. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35(6), p.3273-3285, 2014.

MENSINK, R.P.; KATAN, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.12, p.911-919, 1992.

MOHOLISA, E.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A. The effect of beef production system on proximate composition and fatty acid profile of three beef muscles. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, p. 296, 2018.

MULVIHILL, B., 2001. **Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA)**. *Nutr.Bull.* 26, 295–299.

NAKATSUJI, T.; KAO, M.C.; FANG, J.Y.; ZOUBOULIS, C.C, ZHANG, L.; GALLO, R.L.; HUANG, C.M. Antimicrobial property of lauric acid against propionibacterium acnes: its therapeutic potential for inflammatory acne vulgaris. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 129, n. 10, p. 2480–2488, 2009.

NOBLICK, L.R. **The indigenous palms of the State of Bahia, Brazil. PhD Thesis**, University of Illinois, Chicago, 1991.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. NRC (2000) NRC, **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. National Academy of Science, Washington, D.C. 7th ed. 2000.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, A. B.; SILVA, F. F.; SILVA, J. W. D.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, L. V.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, A. P. G.; SOUZA, S. O.; SOARES, C.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SILVA, R. R. Inclusion of licuri cake in high-grain diets for steers: Intake, digestibility, carcass characteristics, and meat quality. **S. Afr. J. Anim. Sci.** v. 52, p. 603-610, 2022.

PARODI, P.W. Dietary guidelines for saturated fatty acids are not supported by the evidence. **Int Dairy J.** 52:115–123, 2016.

PERINI, J. Â. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.

Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista Nutrição**, Campinas, SP, v. 23, n. 6, 2010.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENATINER, J. V.; SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 22, n. 2, p. 1718-1734, 2009.

SAEG – **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. 2000. Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa: UFV/CPD. (Apostila).

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre Dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SAUCIER L. Meat safety: challenges for the future. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v.69, p.705-708. 1999.

SILVA, L. F., BARBOSA, A. M., JÚNIOR, J. M. DA S., OLIVEIRA, V. DA S., GOUVÊIA, A. A., SILVA, T. M., LIMA, A. G. V. DE O., NASCIMENTO, T. V. C., BEZERRA, L. R., & OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from *Longissimus lumborum* of young bulls fed diets with containing licuri cake. Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, October, 104775, 2021.

SILVA, L. F., BARBOSA, A. M., JÚNIOR, J. M. DA S., OLIVEIRA, V. DA S., GOUVÊIA, A. A., SILVA, T. M., LIMA, A. G. V. DE O., NASCIMENTO, T. V. C., BEZERRA, L. R., & OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from *Longissimus lumborum* of young bulls fed diets with containing licuri cake. Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, October, 104775, 2021a.

SILVA, W.P.; SANTOS, S.A.; CIRNE, L.G.A.; PINA, D.S.; ALBA, H.D.R.; RODRIGUES, T.C.G.C.; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; LIMA, V.G.O.; GALVÃO, J.M.; NASCIMENTO, C.O.; RODRIGUES, C.S.; CARVALHO, G.G.P. Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**, v. 244, 104391. 2021b.

SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; VISENATINER, J.V. **Ácidos graxos: Estrutura, Classificação, Nutrição e Saúde**. Arquivos Apadec, Cascavel, v. 2, n. 2, p. 102-107, 1998.

SOUZA, R.J.; MENTE, A.; MAROLEANU, A.; COZMA, A.I.; HA, V.; KISHIBETH, T.; ULERYK, E.; BUDYLOWSKI, P.; SCHÜNEMANN, H.; BEYENE, J.; ANAD, S.S. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. **The BMJ**, n.351, p.1-16, 2015.

ULBRICHT, T.L.V.; & SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-92, 1991.

VISENTAINER, J.V.; & FRANCO, M.R.B. **Ácidos Graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. São Paulo: Varela, 2006.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. IN: **Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers**, 61. Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University. p.176-185, 1999.

Wołoszyn, J., Haraf, G., Okruszek, A., Weren´ska, M., Goluch, Z., Teleszko, M., 2020. WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., ... & WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat science**, v.78, n. 4, p.343-358, 2008.

WURTMAN, R.J. Synapse formation and cognitive brain development: effect of docosahexaenoic acid and other dietary constituents. **Metab Clin Exp**. V. 57, n. 10), p. 6-10, 2008.

ZHOU, X.; MEILE, L.; KREUZER, M.; ZEITZ, J.O. The effect of saturated fatty acids on methanogenesis and cell viability of *Methanobrevibacter ruminantium*. **Archaea**, v. 2013, p. 1–9, 2013.

V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de torta de licuri na dieta de bovinos terminados em confinamento influencia os principais ácidos graxos da carne, e conseqüentemente, a qualidade nutricional da carne. Os ácidos saturados láurico, mirístico, palmítico e esteárico, os teores de colesterol, ácido monoinsaturado oléico e ácidos poliinsaturados linoléico, alfa-linoléico e linolênico e índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram influenciados pelos níveis de inclusão da torta de licuri na dieta.

Diante disso, é interessante novas pesquisas utilizando diferentes níveis de inclusão de torta de licuri para bovinos confinados, com intuito de melhorar a qualidade nutricional da carne.

VI – ANEXOS

Normas da revista *Tropical Animal Health and Production*

Instructions for Authors

Authorship Policy

Authorship should incorporate and should be restricted to those who have contributed substantially to the work in one or more of the following categories

- Conceived of or designed study
- Performed research
- Analyzed data
- Contributed new methods or models
- Wrote the paper

Types of articles

Manuscripts should be presented preferably in Times New Roman font, double spaced, using A4 paper size. Please use the automatic page and line numbering function to number the pages and lines in your document and number the lines in a single continuous sequence.

Regular Articles: Articles should be as concise as possible and should not normally exceed approximately 4000 words or about 8 pages of the journal including illustrations and tables. Articles should be structured into the following sections;

(a) Abstract of 150-250 words giving a synopsis of the findings presented and the conclusions reached. The Abstract should be presented as a single continuous paragraph without subdivisions.

(b) Introduction stating purpose of the work

(c) Materials and Methods

(d) Results

(e) Discussion (conclusions should be incorporated in the discussion!)

- (f) Acknowledgements
- (g) Statement of Animal Rights
- (h) Conflict of Interest Statement
- (i) References

Title Page

Please make sure your title page contains the following information.

Title

The title should be concise and informative.

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

For life science journals only (when applicable)

Trial registration number and date of registration for prospectively registered trials

Trial registration number and date of registration, followed by “retrospectively registered”, for retrospectively registered trials

Keywords: Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions). Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX. We recommend using Springer Nature's LaTeX template.

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

References

1. All publications cited in the text should be presented in the list of references. The typescript should be carefully checked to ensure that the spelling of the authors' names and dates are exactly the same as in the reference list.

2. In the text, refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed, if necessary, by a short reference to appropriate pages. Examples: 'Peters (1985) has shown that . . . 'This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1984, pp. 12--16)'

3. If reference is made in the text to a publication by three or more authors, the abbreviation et al. should be used. All names should be given in the list of references.

4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically by authors' surname(s) and chronologically by author. If an author in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications by the single author, arranged according to publication dates; publications of the same author with co-authors. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1986a, 1986b, etc.

5. Use the following system for arranging each reference in the list: • For journal articles: Ahl, A.S., 1986. The role of vibrissae in behaviour: a status review, *Veterinary Research Communications*, 10, 245--268 • For books: Fox, J.G., Cohen, B.J. and Lowe, F.M., 1984. *Laboratory Animal Medicine*, (Academic Press, London) • For a paper in published symposia proceedings or a chapter in multi-author books: Lowe, K.F. and Hamilton, B.A., 1986. Dairy pastures in the Australian tropics and subtropics. In: G.T. Murtagh and R.M. Jones (eds), *Proceedings of the 3rd Australian conference on tropical pastures*, Rockhampton, 1985, (Tropical Grassland Society of Australia, St. Lucia; Occasional Publication 3), 68--79 • For unpublished theses, memoranda etc: Crowther, J., 1980. *Karst water studies and environment in West Malaysia*, (unpublished PhD thesis, University of Hull) • For Online documents: Doe J. Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. 1999. <http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document>. Accessed 15 Jan 1999

6. Do not abbreviate the titles of journals mentioned in the list of references.

7. Titles of references should be given in the original language, except for the titles of publications in non-Latin alphabets, which should be transliterated, and a notation such as '(in Russian)' or '(in Greek, with English abstract)' added.

8. Citations of personal communications should be avoided unless absolutely necessary. When used, they should appear only in the text, using the format: 'E. Redpath, personal communication, 1986' and should not appear in the Reference List. Citations to the unpublished data of any of the authors should not be included unless the work has already been accepted for publication, in which case a reference should be given in the usual way with "in press" in place of the volume and page numbers.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals. Tables should always be cited in text in consecutive numerical order. For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table. Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Supplementary Information (SI)

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as Supplementary Information, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

High resolution (streamable quality) videos can be submitted up to a maximum of 25GB; low resolution videos should not be larger than 5GB.

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation is helped by following the rules of good scientific practice, which include*:

- The manuscript should not be submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

- The submitted work should be original and should not have been published elsewhere in any form or language (partially or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work. (Please provide transparency on the re-use of material to avoid the concerns about text-recycling ('self-plagiarism').
- A single study should not be split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (i.e. 'salami-slicing/publishing').
- Concurrent or secondary publication is sometimes justifiable, provided certain conditions are met. Examples include: translations or a manuscript that is intended for a different group of readers.
- Results should be presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification or inappropriate data manipulation (including image based manipulation). Authors should adhere to discipline-specific rules for acquiring, selecting and processing data.