



**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA  
CARNE DE NOVILHAS F1 ANGUS X NELORE  
SUPLEMENTADAS EM PASTAGENS DE *MEGATHYRSUS*  
*MAXIMUM* CV. MOMBAÇA**

**JOÃO WILIAN DIAS SILVA**



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

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA  
CARNE DE NOVILHAS F1 ANGUS X NELORE  
SUPLEMENTADAS EM PASTAGENS DE *MEGATHYRSUS*  
*MAXIMUM* CV. MOMBAÇA**

Autor: João Wilian Dias Silva  
Orientador: Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Junho de 2025

**JOÃO WILIAN DIAS SILVA**

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, E QUALIDADE DA  
CARNE DE NOVILHAS F1 ANGUS X NELORE  
SUPLEMENTADAS EM PASTAGENS DE *MEGATHYRSUS*  
*MAXIMUM* CV. MOMBAÇA**

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.

Orientador: Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva

Co-orientadores: Prof. D.Sc. Vitor Visintin Silva de Almeida

Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Junho de 2025

**636.085** Silva, João Wilian Dias.

**S58c**

Características de carcaça, e qualidade da carne de novilhas F1 Angus x Nelore suplementadas em pastagens de *Megathyrus maximum* cv. Mombaça. / João Wilian Dias Silva. – Itapetinga-BA: UESB, 2025. 87p.

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. Área de Concentração em Produção de Ruminantes. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação de Prof. D. Sc. Vitor Visintin Silva de Almeida e Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva.

1. Novilhas – Suplementação alimentar – Carcaça. 2. Novilhas – Pastagem de Mombaça – Qualidade nutricional. 3. Suplementação – Pastagem de Mombaça – Novilhas – Qualidade da carne. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Almeida, Vitor Visintin Silva de. IV. 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. Suplementação – Produção de bovinos de corte em pastagem

# DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Reconhecida pelo Decreto Estadual  
Nº 16.828, de 04.07.2018

## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** “Características de Carcaça e Qualidade da Carne de Novilhas F1 Angus X Nelore Suplementadas em Pastagens de *Megathyrus Maximum CV. Mombaça*”

**Autor:** João Wilian Dias Silva  
**Orientador:** Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva  
**Coorientador:** 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 (Orientador) – UESB

Prof. Dr. Fleming Sena Campos - UESB

Prof. Dr. Alberti Ferreira Magalhães - CEPLAC

Prof. Dr. Dorgival Morais de Lima Júnior

Prof. Dr. Rodolpho Martin do Prado

João Wilian Dias Silva – Discente

**Data de realização:** 13 de Junho de 2025.

Campus de Itapetinga

(77) 3261-8628 | [ppz@uesb.edu.br](mailto:ppz@uesb.edu.br)

Campus de Itapetinga  
Rua do Primavera, 70  
Bairro Primavera  
CEP: 45700-000  
BAIXA: (77) 3261-8600

Campus de Teófilo  
Rua José Manoel Sobrinho, 979  
Bairro Jequié, 010  
CEP: 45200-000  
BAIXA: (77) 3225-9600

Campus de Vitória da Conquista  
Avenida do Bem Querer, km 5  
Bairro Universitário  
CEP: 45000-000  
BAIXA: (77) 3464-8600

## EPÍGRAFE

*“Em seu coração o homem planeja o seu caminho, mas é o Senhor quem determina os seus passos.”*

*Provérbios 16:9*

*“A persistência é o menor caminho do êxito”.*

*(Charles*

*Chaplin)*

*“Se não puder se destacar pelo talento, vença pelo esforço”.*

*(Dave Weinbaum)*

*Ultrapassar barreiras e ir além.  
Acreditar que é possível e alcançar.  
Não desistir, jamais.  
Vencer os desafios, sempre.  
Você é bem mais capaz do que imagina.*

*(Cláudio M. Assunção)*

**DEDICO**

*A Deus, que me permitiu seguir este caminho na pós-graduação;*

*Aos meus Pais, pelo exemplo de caráter e honestidade;*

*A toda minha família, pelo apoio e incentivo;*

*Aos meus amigos, pela amizade, contribuição e companheirismo;*

*A todos os mestres, que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional;*

*Ao meu professor e orientador, Dr. Robério Rodrigues, pelo suporte prestado e por  
todo o conhecimento adquirido;*

*Ao meu grande amigo e professor, Norberto Fernandes, saiba que seu incentivo me  
possibilitou chegar até aqui;*

*A todas as instituições de Ensino, que foram essenciais na minha formação (Escola  
Municipal Santa Luzia, Escola Municipal Clemente Dantas Brito, Escola Família  
Agrícola de Caculé - EFA e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por todas as oportunidades concedidas a mim, pela força e tranquilidade nos momentos de fraqueza e dificuldades.

Aos meus Pais, Gercino e Jacir, pelo exemplo de caráter e humildade;

De forma incondicional, à minha esposa Karine, pelo amor, pela presença constante, incentivo e paciência, fazendo-me acreditar que posso mais do que imagino.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelas condições de ensino oferecidas;

Ao Professor Dr. Robério Rodrigues, registro minha sincera gratidão pela orientação firme e dedicada ao longo desta trajetória. Seu rigor acadêmico foi essencial para a construção deste trabalho, desafiando-me constantemente a ir além, a questionar com profundidade e a buscar excelência em cada etapa da pesquisa. Mais do que um orientador, foi um exemplo de compromisso com a ciência e com a formação de pesquisadores. Muito obrigado por compartilhar seu conhecimento e por exigir sempre o melhor de mim;

Ao professor Dr. Vitor Visintin, pela amizade, pela disponibilidade em ajudar, e pela co-orientação. Sou muito grato por toda contribuição;

Ao professor Fabiano Ferreira da Silva, pelos ensinamentos sempre de forma dinâmica, e pela presença constante durante minha vida acadêmica. Agradeço também pela sua co-orientação;

Ao Professor Dorgival, pela grande parceria e colaboração. Sua generosidade intelectual, comprometimento e entusiasmo foram fundamentais para a realização deste trabalho;

Aos membros da banca, pela aceitação do convite e pela colaboração na avaliação, pelas correções e sugestões;

A todos os professores da graduação e da pós-graduação, que contribuíram com minha formação;

Aos meus amigos e professores da Escola Família Agrícola de Caculé, Norberto, David, Geraldo (Peba), Geralda, Vera, Sandra, Sandy, Rafael, Juliano, Adeodato, Nalva e Suzana (*in memoriam*). Muito obrigado pelo incentivo e pelos ensinamentos, que contribuíram muito para o meu constante crescimento;

Aos meus amigos da República “Full House”, Tarcísio, Pedro, Alony, Murilo e Ícaro, pela convivência, alegrias e discussões compartilhadas. Com vocês me diverti e aprendi muito;

Ao meu amigo-irmão, Tarcísio Ribeiro, pela amizade, companheirismo e parceria desde o início da graduação, na condução do experimento e nesse longo percurso realizado. Levarei nossa amizade e todos os aprendizados sempre comigo;

Aos amigos veteranos do Grupo de Pesquisa Produção de Bovinos em Pastejo Com Qualidade, Laize, Ana Paula, Boquira, Aroldo, Adriane e Tália, pelas contribuições, troca de conhecimentos e por todos os momentos de alegrias;

Aos alunos do IC que foram aguerridos e lutaram muito comigo para que pudesse chegar até aqui. Muito obrigado, Monique, Beatriz, Lucas, Wemerson, Saulo, Gustavo, Ionara;

Aos meus grandes amigos e companheiros do mestrado, Danrlei, Wendel e Tarcísio, pela colaboração e amizade;

Aos meus alunos da Escola Família Agrícola, deixo aqui um agradecimento especial. Vocês foram mais do que aprendizes ao longo dessa jornada, foram fonte constante de inspiração, questionamento e crescimento, contribuíram para que eu pudesse amadurecer como educador e pesquisador. Sou grato por terem caminhado comigo, mesmo que por trechos breves, nessa longa trajetória. Este trabalho também é de vocês;

Um agradecimento especial aos meus alunos e amigos (Adriel e Vitor), que não mediram esforços para me acompanhar até a fazenda experimental e colaborar com a coleta de dados. Muito obrigado pelo apoio e prestatividade.

A Aroldo, do Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ), pela amizade e solicitude, sempre disponível a colaborar na realização das análises;

A Ana Paula, por todo empenho e ajuda sempre que solicitei. Muito obrigado;

Ao laboratório de Forragem (LABFOR), em especial, ao amigo José Queiroz, pelo auxílio nas análises laboratoriais e pelo empréstimo de materiais;

Ao Laboratório de Fisiologia Animal (LAFA) e ao amigo George pelo empréstimo de materiais e equipamentos;

À Sagra e Professora Cristiane Leal, da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos (UECO), pela disponibilização do laboratório e por todo o auxílio prestado;

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudo;

A todos que ajudaram de alguma forma na concretização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

**JOÃO WILIAN DIAS SILVA**, filho dos agricultores familiares, Gercino Alves da Silva e Jaci Salvina Dias Silva. Nasceu no dia 10 de fevereiro de 1993, em Caculé, Bahia. Em 2008, ingressou no curso Técnico em Agropecuária, na Escola Família Agrícola de Caculé, concluindo-o em 2011. Em abril de 2013, iniciou o curso de Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Itapetinga, e em dezembro de 2017 recebeu o título de Bacharel em Zootecnia. Em março de 2018, iniciou o Programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado, na área de Produção e Nutrição de ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, desenvolvendo estudo direcionado ao uso da própolis vermelha em novilhas terminados em confinamento, em parceria com a Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Em 2020, iniciou a docência na Escola Família Agrícola de Caculé, ministrando a disciplina de Zootecnia e PPJ – Planejamento de Projeto do Jovem. Em 2024, assumiu o cargo de Diretor da Escola Família Agrícola de Caculé, no curso Técnico em Agropecuária.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>I REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Produção de bovinos de corte em pastagem .....	3
1.2. Suplementação .....	5
1.3. Tipos de suplementos.....	9
1.4. Megathyrus maximus .....	12
1.5. Grupo genético e classe sexual .....	14
1.6. Níveis de suplementação e qualidade da carne bovina .....	17
1.7. Características físico-químicas da carne bovina .....	18
1.7.1. Capacidade de retenção de água (CRA).....	18
1.7.2. Perda de peso por cocção (PPC).....	19
1.7.3. Força de cisalhamento (FC) .....	19
1.7.4. Cor.....	20
1.8. Perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional .....	22
<b>II REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>25</b>
<b>III OBJETIVOS.....</b>	<b>34</b>
<b>IV HIPÓTESES.....</b>	<b>36</b>
<b>V MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
5.1. Área experimental, animais e instalações .....	37
5.2. Estratégias, dietas e manejo animal .....	37
5.3. Composição e análises da dieta .....	38
5.4. Abate dos animais.....	38
5.5. Composição físico-química da carne .....	39
5.6. Extração de lipídios totais do concentrado e forragem.....	41
5.7. Extração dos lipídeos totais da carne.....	41
5.8. Transesterificação dos triacilgliceróis .....	42
5.9. Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia.....	42

5.10. Identificação dos ésteres metílicos .....	43
5.11. Avaliação da qualidade nutricional dos lipídios da carne in natura.....	44
5.12. Extração da matéria graxa para análise de colesterol na carne .....	45
5.13. Determinação e quantificação do colesterol por HPLC.....	45
5.14. Análises estatísticas .....	46
<b>VI RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
6.1. Consumo de nutrientes.....	47
6.2. Características quantitativas da carcaça.....	48
6.3. Parâmetros físico-químicos da carne das novilhas .....	49
6.4. Composição centesimal do músculo Longissimus dorsi .....	51
6.5. Total Perfil de ácidos graxos da carne índices de dessaturase e qualidade nutricional.....	53
<b>VII CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fatores que influenciam no consumo de forragem. ....	6
Figura 2. Relação da proteína com o consumo e digestibilidade da forragem.....	6
Figura 3. Tipos de suplementos.....	10
Figura 4. Curva de crescimento de bovinos com diferentes tamanhos corporais.....	15
Figura 5. Somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) do músculo <i>Longissimus</i> . ....	58

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Incremento na ingestão de forragem de baixa qualidade em resposta a concentração de proteína bruta do suplemento.....	7
<b>Tabela 2.</b> Características das gramíneas do gênero <i>Megathyrsus maximus</i> .....	12
<b>Tabela 3.</b> Desempenho e produtividade de bovinos de corte durante as estações do ano. ....	13
<b>Tabela 4.</b> Desempenho e produtividade por hectares de bovinos em pastagens dos gêneros <i>Megathyrsus maximus</i> .....	13
<b>Tabela 5.</b> Participação dos ingredientes na dieta experimental (g/kg de MS).....	388
<b>Tabela 6.</b> Composição e ácidos graxos (%) dos suplementos e da forragem de Mombaça período experimental. ....	41
<b>Tabela 7.</b> Consumo de nutrientes das novilhas suplementadas em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	487
<b>Tabela 8.</b> Características quantitativas da carcaça das novilhas suplementadas em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	488
<b>Tabela 9.</b> Parâmetros físico-químicos da carne das novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	50
<b>Tabela 10.</b> Composição centesimal e teor de colesterol do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação ....	51
<b>Tabela 11.</b> Total de ácidos graxos saturados, do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.....	53
<b>Tabela 12.</b> Total de ácidos graxos monoinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	555
<b>Tabela 13.</b> Total de Ácidos graxos poliinsaturados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	56
<b>Tabela 14.</b> Índices de atividade dessaturase em músculos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação. ....	58
<b>Tabela 15.</b> Índices de qualidade nutricional do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.....	60

## LISTA DE SIMBOLOS

AG	Ácidos Graxos
AGMI	Monoinsaturados
AGPI	Ácidos Graxos Poliinsaturados
AGS	Ácidos Graxos Saturados
AOAC	Official methods of analysis
C12:0	Ácidos graxo láurico
C14:0	Ácido graxo mirístico
C14:1	Ácido graxo Miristoléico
C15:0	Ácido graxo pentadecanoico
C15:1	Ácido graxo pentadecenoico
C16:0	Ácido graxo palmítico
C16:1	Ácido graxo palmitoleico
C17:0	Ácido graxo margárico
C18:0	Ácido graxo esteárico
C18:1n-9	Ácido graxo oleico
C18:1t-10	Ácido graxo trans isômero do ácido oleico
C18:1t-11	Ácido graxo trans vacênico
C18:2n6	Ácido graxo linoleico
C18:3n-3	Ácido graxo linolênico
C20:1n-9	Ácido gondóico
C20:4n-6	Ácido araquidônico
C20:5n-3 EPA	Ácido graxo eicosapentaenoico
C22:6n-3 DHA	Ácido graxo docosaheptaenoico
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CLA cis-9, trans-11	Ácido rumênico
HDL	Lipoproteína de alta densidade
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
n-3 ou $\omega$ -3	Ômega-3
n-6 ou $\omega$ -6	Ômega-6
n-6/n-3	Razão ômega-6 / ômega-3
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EGS	Espessura de gordura subcutânea
PCQ	Peso de carcaça quente
RCQ	Rendimento de carcaça quente

## RESUMO

**SILVA, João Wilian Dias.** Características de carcaça e qualidade da carne de novilhas F1 Angus/Nelore suplementadas em pastagens de *Megathyrus maximum* Cv. Mombaça. Itapetinga, BA: UESB, 2025. 87 p. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes)\*

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de suplemento concentrado sobre as características da carcaça, atributos físico-químicos e composição em ácidos graxos da carne de novilhas F1 Nelore/Angus terminadas em pastagens de *Megathyrus maximum* Cv. Mombaça. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia, de Itaju do Colônia (BA), com duração de 266 dias, envolvendo 44 novilhas com peso médio inicial de  $260,47 \pm 17,84$  kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado e submetidos a quatro níveis de oferta de suplemento concentrado (0,2; 0,3; 0,4 e 0,5% do peso corporal). Ao final do experimento, os animais foram abatidos e as amostras do *Longissimus* foram coletadas e embaladas para posteriores análises. Os resultados mostraram que os planos nutricionais não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso corporal ao abate, o PCQ e o rendimento de carcaça, que apresentou média de 49,61%, valor considerado adequado para animais mestiços. Contudo, a suplementação promoveu aumento significativo ( $P<0,05$ ) da espessura de gordura subcutânea, efeito positivo para o acabamento de carcaça, e um requisito importante da indústria frigorífica. Em relação à carne, a coloração ( $L^*$ ) apresentou efeito linear crescente ( $P<0,05$ ), enquanto os demais parâmetros físico-químicos: como capacidade de retenção de água (68,28%), perda por cocção (36,75%) e força de cisalhamento (5,36 kgf) não foram alterados ( $P>0,05$ ), mantendo a carne com atributos tecnológicos satisfatórios. Em relação à composição centesimal, os níveis de umidade, proteína (15,30%), cinzas (1,01%) e lipídios (3,74%) situaram-se dentro dos valores esperados para carne bovina, e apenas a umidade apresentou variação significativa ( $P<0,05$ ), com efeito linear crescente. O colesterol da carne variou com os tratamentos ( $P<0,05$ ), apresentando média de 40,33 mg/100g. No perfil de ácidos graxos, os teores totais de AGS (52,6%) e AGMI (46,28%) não foram afetados ( $P>0,05$ ) pela suplementação, mas houve aumento significativo nos teores de ácido oleico (C18:1n9c) e palmitoleico (C16:1) com suplementação moderada, melhorando o valor nutricional da carne. O conteúdo de AGPI foi baixo (1,17%) e não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. A suplementação de novilhas F1 em pastagem de Mombaça pode ser utilizada estrategicamente, sem prejuízo às características de carcaça e qualidade da carne, promovendo benefícios nutricionais relevantes, especialmente no perfil lipídico, desde que em níveis moderados.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, espessura de gordura, bovinos, gramíneas, carne a pasto, qualidade nutricional.

---

\* Orientador: Robério Rodrigues Silva, D.Sc. UESB e Coorientadores: Vitor Visintin Silva de Almeida, D.Sc. UFAL e Fabiano Ferreira Silva, D.Sc. UESB.

## ABSTRACT

**SILVA, João Wilian Dias.** Carcass Traits and Meat Quality of F1 Angus × Nellore Heifers Supplemented on *Megathyrus maximum* Cv. Mombaça. Itapetinga, BA: UESB, 2025. 87p. Thesis. (Ph.D. in Animal Science, Concentration Area: Ruminant Production).

This study aimed to assess the effect of increasing levels of concentrate supplement on Carcass Traits and Meat Quality of F1 Angus × Nellore Heifers Supplemented on *Megathyrus maximum* Cv. Mombaça. The experiment was performed at the Animal Science Experimental Station in Itaju do Colônia, Bahia, and lasted 266 days. It was joined 44 heifers with a mean initial weight of  $260.47 \pm 17.84$  kg. The animals were distributed in a completely randomized design and subjected to four levels of concentrate supplementation (0.2, 0.3, 0.4, and 0.5% of body weight). At the end of the experiment, the animals were slaughtered, and Longissimus samples were collected and packaged for later analysis. The results showed that the nutritional plans did not influence ( $P>0.05$ ) the body weight at slaughter, PCQ and carcass yield, which presented a mean of 49.61%, a value considered ideal for crossbred animals. However, supplementation promoted a significant increase ( $P<0.05$ ) in subcutaneous fat thickness, a positive effect for carcass finishing, and an important requirement of the meatpacking industry. Regarding meat, color ( $L^*$ ) presented an increasing linear effect ( $P<0.05$ ), while the other physicochemical parameters: such as water retention capacity (68.28%), cooking loss (36.75%) and shear force (5.36 kgf) were not altered ( $P>0.05$ ), maintaining the meat with satisfactory technological attributes. Regarding the centesimal composition, the levels of moisture, protein (15.30%), ash (1.01%) and lipids (3.74%) were within the expected values for beef, and only moisture showed significant variation ( $P<0.05$ ), with an increasing linear effect. Meat cholesterol varied with treatments ( $P<0.05$ ), presenting an average of 40.33 mg/100g. In the fatty acid profile, the total SFA (52.6%) and MUFA (46.28%) contents were not affected ( $P>0.05$ ) by supplementation, but there was a significant increase in the oleic acid (C18:1n9c) and palmitoleic acid (C16:1) contents with moderate supplementation, improving the nutritional value of the meat. The PUFA content presented low values (1.17%) and did not differ ( $P>0.05$ ) between treatments. Supplementation of F1 heifers on Mombaça pasture can be used strategically, without compromising carcass traits and meat quality, promoting relevant nutritional benefits, especially in the lipid profile, as long as at moderate levels.

**Keywords:** beef quality, body fat thickness, bovines, fatty acid profile, forage-based diet, pasture-finished beef

# I REFERENCIAL TEÓRICO

## 1. INTRODUÇÃO

Com rebanho estimado 224,6 milhões de cabeças (IBGE, 2023), a pecuária bovina é uma atividade importante no interior do Brasil, tanto do ponto de vista econômico quanto social, pois fornece alimentos para os mercados brasileiro e internacional, contribuindo para a melhoria da segurança alimentar e da balança comercial (Pereira, et al., 2024), fato que o coloca como grande produtor mundial.

As projeções da OECD e FAO (2025) apontam que a produção mundial de carne bovina deve seguir crescendo nos próximos dez anos e alcançar o patamar recorde, de 81,22 milhões de toneladas em 2033. Sendo, que dentre os maiores produtores mundiais, o Brasil deverá ter o quarto maior crescimento, de 3,25%.

No Brasil, a maior parte da carne desses animais é produzida e desenvolvida principalmente a pasto, seja por razões ambientais ou econômicas (Pezzopane et al., 2016). Entretanto, para manter a produção de forma competitiva e atender às necessidades do mercado consumidor, é necessária a intensificação da produção, sendo então fundamental o uso de estratégias como a suplementação de animais em pastejo (Alonso et al., 2014).

A suplementação proteica é importante principalmente no período seco, quando as folhas das gramíneas forrageiras apresentam baixos teores de proteína bruta, inferiores a 7% na matéria seca e altos valores das frações fibrosas (Gurgel et al., 2017). Dessa forma, a avaliação de estratégias de suplementação com diferentes níveis suplemento e de proteína, é interessante no contexto de eficiência produtiva e econômica, uma vez que respostas prejudiciais à ingestão podem resultar se um excesso de proteína for fornecido por suplementação (Detmann et al., 2014).

Aliados ao uso da suplementação, a potencialização do recurso basal (forragem) e a melhoria genética são instrumentos essenciais para alavancar a produtividade e a qualidade de carne, sempre em equilíbrio com a sustentabilidade e as exigências do mercado. O capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*), amplamente utilizado na recria e terminação, destaca-se pelo alto rendimento forrageiro e elevado valor nutricional (Jank et al., 2008).

A melhoria genética pode ser adotada com o cruzamento de animais zebuínos com raças europeias, aumentando o potencial de crescimento e a taxa de desfrute. Marcondes et al., (2011) relatam que animais mestiços *Bos taurus/Bos indicus* são mais eficientes que animais zebuínos puros.

Além disso, esse tipo de cruzamento também permite a melhoria da qualidade das carcaças de bovinos criados a pasto. Comparando animais *Bos indicus* com animais cruzados *Bos taurus/Bos indicus*, submetidos ao mesmo manejo e alimentação, Andrade et al. (2010) observaram que o aumento do grau de sangue taurino gerou definitivamente uma maior maciez da carne, um significativo aumento no peso da carcaça e no grau de marmoreio, comprovando a forte influência do grupo genético nesta característica

A qualidade da carcaça e da carne bovina pode ser definida por vários fatores, principalmente os fatores intrínsecos (Raça, Sexo, Idade). A raça pode influenciar os níveis de ácidos graxos na carne de bovinos, pois, entre zebuínos e taurinos, refletem diferenças na expressão de genes ou nas atividades de enzimas envolvidas na síntese de ácidos graxos e dessaturação ou alongamento de cadeia (Chaves et al., 2017).

Em relação à classe sexual, relatos na literatura indicam que influencia diretamente na produtividade dos bovinos (Berg e Butterfield, 1976) e em suas características de carcaça (Gagaoua et al.; 2017). Em seu estudo, Santos Filho et al., (2022) concluíram que a condição sexual foi um fator influenciador no desempenho e rendimento de carcaça de bovinos cruzados Angus x Nelore dentro do confinamento comercial estudado. Segundo Silva, (2024) novilhas apresentam carne com melhor maciez e gordura intramuscular devido a maior abundância de proteínas ligadas ao metabolismo energético.

Nessa perspectiva, esse estudo tem o objetivo de avaliar a contribuição da suplementação de novilhas (Angus Nelore) em pastagem de Mombaça na qualidade da carne.

### 1.1. Produção de bovinos de corte em pastagem

A produção de bovinos de corte no Brasil é uma prática de ampla difusão, principalmente em decorrência da sua grande extensão territorial e suas condições de clima e solo favorável. Com isso, o Brasil é considerado mundialmente uma das maiores potências no segmento de produção e comercialização de carne bovina (BBEF, 2020; Pashaei Kamali et al., 2014).

O sistema de alimentação a pasto é o mais utilizado para a produção de bovinos de corte no Brasil, onde cerca de 95% da produção de carne se dá com bovinos alimentados em pastejo (De-Medeiros et al., 2015). Sendo as principais gramíneas forrageiras utilizadas para formação de pastagens pertencem aos gêneros *Urochloa* (sin. *Brachiaria*), *Megathyrsus* (sin. *Panicum*), *Cynodon* e *Pennisetum* (Euclides et al., 2019).

Apesar de todas as condições mencionadas, a produção pecuária em regiões tropicais apresenta entraves significativos para manter a eficiência produtiva dos rebanhos em virtude das variações sazonais na quantidade e qualidade da forragem, afetando diretamente o desempenho animal (Millen et al., 2011; Silva et al., 2020). As pastagens são altamente sazonais, com o crescimento ocorrendo na estação chuvosa e cessa em 4 a 7 meses do ano, quando as condições são muito secas e / ou muito frias (Charmley et al., 2008).

Nesse período e após a transição, as pastagens diminuem na proporção folha-caule causada por mais de 50% de perda de massa foliar, o teor de proteína bruta cai abaixo de 8% e a proporção de material morto aumenta, tornando as pastagens menos nutricionalmente benéficas e menos palatáveis para o gado (Brandão et al., 2018). A má nutrição resultante leva a um baixo desempenho reprodutivo, taxa de crescimento lenta, perda de condição corporal, aumento da suscetibilidade a parasitas e doenças, aumento da idade de desligamento Charmley et al., 2008; Kanani et al., 2006).

Durante o período chuvoso, as condições ambientais favorecem o crescimento das plantas, levando ao aumento da produção de biomassa e maior valor nutricional da forragem, o que otimiza o desempenho animal (Boval et al., 2015). Por outro lado, no período seco, ocorre aumento da concentração de FDN, reduzindo a ingestão e a digestibilidade da forragem (Van Soest, 1994). Simultaneamente, a redução da concentração de PB em pastagens tropicais limita o crescimento microbiano, a digestão da fibra e a absorção de nutrientes, Detmann et al., (2014) comprometendo o

desempenho animal (Tambara et al., 2021). Atingir pesos aceitáveis de abate em idade jovem e com carne de melhor qualidade requer alto desempenho animal ao longo do ano (Silva et al., 2022).

Assim, a produção animal é definida em dois momentos distintos ao longo do ano em relação à produção forrageira (estação seca e estação chuvosa).

Estação seca: é caracterizado por baixos crescimento e desenvolvimento da forragem devido à (baixa precipitação, temperatura e luminosidade), que culmina em baixa disponibilidade e qualidade da forragem (baixo teor de proteína e alto teor de fibra), o que afeta o desempenho e as taxas de lotação (Moreti, 2015).

Período das águas: caracterizado por condições climáticas (aumento da luminosidade, temperatura e precipitação) que favorecem as taxas de crescimento e desenvolvimento das plantas. Mesmo com melhor qualidade, neste período, é preciso aplicar técnicas de manejo no pasto, com intuito de permitir que os animais consumissem forragem de melhor qualidade e apresentem boas taxas de crescimento, uma vez que a composição química da forragem disponível não é constante em função o crescimento das plantas ser intenso e variável (Moreti, 2015).

Em razão da variação de acúmulo da forragem ao longo do ano, a capacidade de suporte das áreas de pastagens é maior na estação chuvosa, suportando maior taxa de lotação (Braga et al., 2007). Nesse período, a forragem apresenta alta degradabilidade da proteína e favorece a síntese de proteína microbiana, e para evitar perdas excessivas de compostos nitrogenados pela falta de sincronia entre nitrogênio e energia no rúmen, é pertinente o uso de suplementação energética. Na estação seca, os bovinos se alimentam principalmente de pastos que apresentam baixo valor nutritivo, caracterizados por elevada participação das frações fibrosas e baixos teores de proteína limita culminam em baixa digestibilidade e desempenho animal (Reis et al., 2009).

Para a suplementação de animais em pastagem com suplementos à base de nitrogênio (N), é necessário garantir que haja pastagem adequada disponível para permitir que os novilhos aumentem a ingestão de ração (Silva et al., 2022).

Estratégias nutricionais para bovinos em pastejo é indispensável, principalmente durante a sazonalidade da produção de forragem, onde o objetivo é melhorar a utilização dos nutrientes presentes na pastagem e estimular a ingestão da pastagem por meio da suplementação. Silva et al., (2021) relataram que é essencial entender a composição da forragem para fazer ajustes nas ofertas de suplementos, principalmente nos períodos de transição.

## 1.2. Suplementação

As estratégias de suplementação a pasto para bovinos são técnicas aplicáveis que resultam em maior produtividade da cadeia da carne. Desencadeando em animais com maior peso ao abate, carcaças mais pesadas e com maior qualidade, afetando diretamente no produto final, quando exercidas de maneira correta e levando em consideração a sustentabilidade de todo o sistema de produção.

Um bom plano suplementar deve primariamente estimular a melhoria no aproveitamento da forragem ingerida e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade de nutrientes para o animal (Detmann e Valadares, 2010). Essas variáveis estão todas ligadas à qualidade do alimento que, por sua vez, tem relação com a estação do ano e estágio de maturidade da planta, podendo ser quantificado pelo seu conteúdo de fibras (%FDN) e pelo conteúdo de proteína e energia.

O maior conteúdo de fibras em sistemas a pasto é uma das causas prováveis para o menor consumo de matéria seca em relação aos animais em confinamento. Souza et al., (2020) observou diferença significativa no CMS de 6,31 kg contra 9,10 kg/animal/dia dos animais a pasto e confinamento, respectivamente. Isso em função da composição da dieta ser diferente, geralmente rica em carboidratos de alta fermentação.

Ao contrário do confinamento, no pasto, a redução no consumo ocorre por limitação física em função do alto teor de FDN da forragem. Lima et al., (2012) observou um menor consumo à medida que o teor de FDN da forragem elevou-se. Assim, para pastagens tropicais de *Brachiaria* no período seco, o consumo máximo é limitado em 1,8 % da FDN (Silva et al., 2009).

A dieta de animais a pasto apresenta uma composição rica em fibras em grande parte do ano o que limita o consumo e digestibilidade dos animais. Esse consumo dos animais é limitado por fatores nutricionais (teor de fibra e energia) e fatores não nutricionais (estrutura e oferta de forragem) (Figura 1).

Nessa perspectiva, a suplementação pode melhorar a qualidade da dieta (especialmente a fibra e a limitação em proteína), potencializando o desempenho dos animais (De Paula, et al., 2019).

Quanto mais eficiente à suplementação melhor será o aproveitamento da forragem, conseqüentemente, maior a digestibilidade. Esse aporte da suplementação tem maior importância à medida que a alimentação do pasto atinge a maturidade, pois os níveis de energia e proteína digestíveis disponíveis diminuem. Assim, dietas com altos

níveis de FDN podem promover restrições ao consumo alimentar, devido à necessidade de maior tempo de permanência do alimento no rúmen, para que possa sofrer o devido processo de digestão, o que pode limitar o desempenho animal em sistemas de produção mais intensivos (Bezerra et al., 2011).

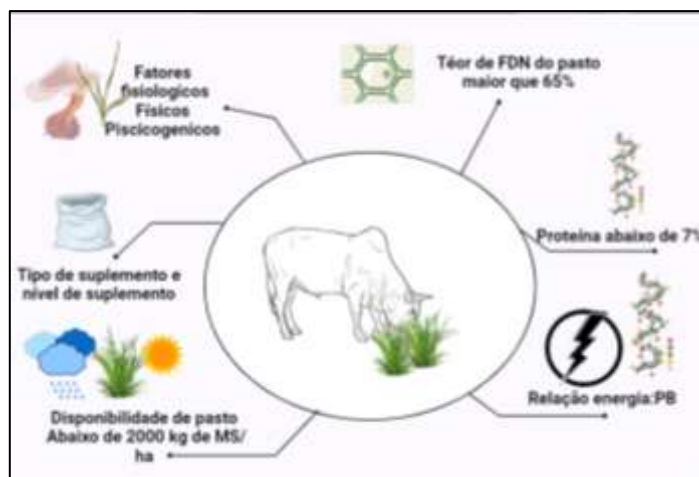


Figura 1. Fatores que influenciam no consumo de forragem. Fonte: O autor

Por isso, a premissa básica da suplementação é suprir o déficit de proteína encontrado na maioria das pastagens tropicais no período seco, pois, a ingestão diminui rapidamente à medida que a proteína bruta é limitante (Figura 2).

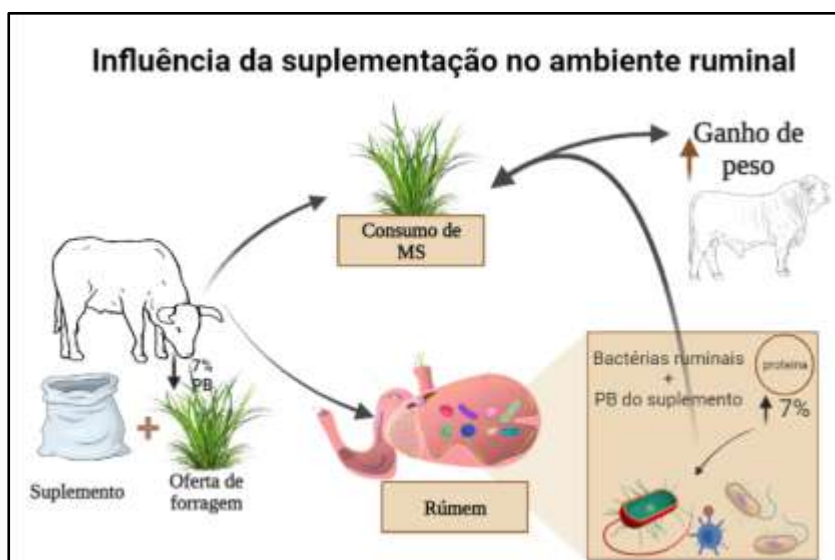


Figura 2. Relação da proteína com o consumo e digestibilidade da forragem.

As bactérias do rúmen quebram o componente fibroso da alimentação para produzir energia. Esses microrganismos ruminais requerem uma fonte constante de nitrogênio para sua sobrevivência e crescimento, porém, esse nitrogênio advindo das

gramíneas, na grande parte do ano é limitado. Com isso, é importante fornecer uma suplementação de nitrogênio para animais alimentados com forragem de baixa qualidade, para promover uma condição para o crescimento microbiano (Rufino, et al., 2020). O crescimento de bactérias fibrolíticas favorece a degradação ruminal que aumenta concomitantemente a taxa de passagem da fibra, aumentando o consumo de forragem, bem como favorece a extração de energia da fibra da forrageira e desempenho (Detmann et al., 2009, Detmann et al., 2010; Resende et.al., 2018).

Detmann et al., (2014) recomendam um teor mínimo de PB de 8% para garantir que o crescimento microbiano não seja comprometido e, portanto, incentivar a utilização eficiente da fibra da forragem.

Nos períodos de estiagem, a qualidade da forragem é reduzida, principalmente, a proteína situando abaixo de 7% que é o limite. Quando a proteína da dieta situa abaixo de 7% existe uma tendência de redução significativa da ingestão de matéria seca.

A proteína é um nutriente tão importante na dieta dos ruminantes que mesmo depois de muitos anos de pesquisa ainda existe algumas indagações a cerca dela. Heldt (1998) estabeleceu uma correlação entre o conteúdo de proteína do suplemento e o consumo total de forragem e proteína bruta (Tabela 1), onde o aumento do teor de proteína bruta do suplemento proporciona um incremento no consumo de forragem.

**Tabela 1.** Incremento na ingestão de forragem de baixa qualidade em resposta a concentração de proteína bruta do suplemento.

Teor de proteína do suplemento, %	Incremento na ingestão de forragem comparado aos animais não suplementada, %
<15	3
15-20	10
20 -30	21
>30	44

**Fonte:** Heldt, 1998

Essa fonte de proteína do suplemento pode ser advinda de fontes de nitrogênio não proteico (ureia) ou através da proteína verdadeira. Segundo Silva e Marques et al., (2019), quando esse aporte de PB é oriundo de suplemento proteico com fonte de proteína verdadeira, o crescimento das bactérias celulolíticas é mais acentuado. Assim, o suplemento proteico com fontes de proteína verdadeira associado às fontes de energia potencializa o ganho de peso.

Ademais, altos níveis de proteína em suplementos fornecidos em níveis (quantitativos) menores, pode ser mais eficaz em maximizar o consumo de forragem, em detrimento a maiores níveis (quantitativos) de suplementos com menores níveis de proteína na composição (De Paula et al., 2019). Nesse pressuposto, como a forragem é a fonte mais econômica de fornecimento de nutrientes aos animais, promover o uso mínimo de suplemento sem prejuízos no desempenho é um ponto importante (Santos et al., 2022).

A resposta da suplementação proteica sobre o desempenho animal é evidenciada com a forragem de baixa qualidade e proteína, porém, a resposta é positiva mesmo com forrageiras de média para alta qualidade, em função da melhora do status de nitrogênio no metabolismo animal (Detmann et al., 2014). Dessa forma, esse aporte de proteína pode ser importante durante todo o ano, seja por necessidade dietética ou metabólica, atuando para suprir o déficit de proteína da pastagem na seca, ou como forma de equilibrar a proteína e a energia durante a estação chuvosa (Detmann et al., 2010).

Isso reforça a sinergia que existe ente proteína e energia, assim, é interessante que a suplementação sempre tenha um equilíbrio entre proteica/energia para potencializar o desempenho do animal, aumentando o fornecimento de energia como matéria orgânica digestível (MOD) sem diminuir o consumo de forragem por meio do efeito de substituição (Barbizan et al., 2020).

Ao mesmo tempo, respostas prejudiciais à ingestão podem resultar se um excesso de proteína for fornecido por suplementação (Detmann et al., 2014). A resposta diminui com o aumento da PB da forragem e torna-se nula a 150 PB/kg de matéria seca, portanto, tanto a quantidade de suplemento quanto a PB suplementar devem ser ajustadas de acordo com as variações na qualidade da forragem (Sousa et al., 2022). Para a obtenção de respostas positivas na degradação da fibra foi observado até valores próximos a 130 a 140 g PB/kg da dieta (Lazzarini et al. 2006).

Detmann et al., (2014) relataram que o consumo de forragem é maximizado elevando-se a relação da proteína bruta (PB):disponibilidade da matéria orgânica (DMO) da dieta para próximo a 288 g/kg. Além da proteína, um suprimento adicional de amido aumenta a retenção de nitrogênio que aumenta a disponibilidade de energia, tanto para o rúmen quanto para o metabolismo animal (Oliveira Franco et al., 2017).

Essa relação equilibrada de energia/proteína da dieta tem papel preponderante, pois, o excesso de energia disponível em relação à disponibilidade proteica pode causar desconforto devido ao aumento da produção de calor corporal. Por outro lado, o excesso

de disponibilidade de proteína em relação à energia disponível pode prolongar o desconforto pelo catabolismo excessivo de compostos nitrogenados (Illius e Jessop, 1996; Poppi e McLennan, 1995). Assim, de acordo estudo de Oliveira Franco et al., (2017), o uso de uma relação amido:PB de 2:1 na suplementação de animais em pasto de baixa qualidade promoveu melhor conforto ao animal no que diz respeito aos mecanismos metabólicos.

Na fase de terminação, os suprimentos de energia tendem a ser maiores em função da dinâmica da curva de crescimento, tornando-se necessários suplementos energéticos e protéicos para fornecer nutrientes nas quantidades adequadas e ajustar favoravelmente a relação proteína/energia (Miorin et al., 2016).

Em um estudo de meta-análise sobre as diferentes estratégias de suplementação utilizadas no Brasil, Tambara et al., (2021) revelaram que o desempenho individual do gado em pastagens tropicais depende da estação e do nível de suplementação, independentemente do tipo de suplemento. Onde, altos níveis de ingestão de suplemento (mais de 1% do peso corporal) resultaram no maior ganho individual. Já o ganho por área foi mais dependente do tipo de suplemento, sendo o ganho máximo por hectare alcançado com o uso de suplementação energética a uma taxa acima de 1,0% do peso corporal na estação chuvosa e suplemento proteico a uma taxa acima de 0,5% do peso corporal na estação seca.

### **1.3. Tipos de suplementos**

Existe uma grande amplitude de possibilidades quanto às quantidades e formulações dos suplementos, com diferentes características nutricionais. Podem ser utilizados mistura mineral com ureia, suplemento proteico (com adição de fontes de proteína verdadeira), mistura múltipla (mineral, proteico e energético) ou energética que poderão atender o requerimento de categorias específicas de acordo com os níveis de ganho de peso pretendidos (Barbero et al., 2020; Reis et al., 2009).

Os suplementos mais comuns são: Sal mineral com ureia: é a alternativa de suplementação de menor investimento no período de seca. O objetivo é a manutenção de peso dos animais durante a estiagem; Suplemento proteinado: é um suplemento mineral enriquecido com fontes de proteína verdadeira (farelo de soja, por exemplo) e ureia. O proteinado tem maior custo que o sal com ureia, mas por ser fornecido em menor quantidade, torna-se mais vantajoso do ponto de vista econômico. É um

suplemento de baixo a moderado consumo variando de (0,1 a 0,3% do PV), que possibilita a manutenção e ganho de peso moderado com um investimento menor em comparação com suplementos proteicos energéticos (Figura 3). Para adotar essa suplementação é preciso uma boa oferta de forragem; Suplemento proteico energético: é uma mistura que atende a exigência mineral, e introduz fontes de proteína e energia. Composta por ureia, minerais e fontes de proteína verdadeira com fontes de energia (como o milho, sorgo, raspa de mandioca). O objetivo é que o rebanho tenha desempenho máximo em pastagens. Esse suplemento é de alto consumo variando de (0,4 a 0,9% do PV), porém possibilita maiores ganhos de peso com um investimento maior em comparação com suplementos proteicos (Figura3); Suplemento energético: é um suplemento utilizado com maior eficiência no período de terminação dos animais. É um suplemento de alto consumo acima de (1% do PV) e requer um investimento maior em comparação aos demais suplementos (Figura3).

TIPOS DE SUPLEMENTOS PARA BOVINOS A PASTO			
<b>Sal mineral + ureia</b>	<b>Suplemento proteinado</b>	<b>Suplemento proteico - energético</b>	<b>Suplemento energético</b>
<b>&gt;50% PB</b>	<b>30-45% PB</b>	<b>20 - 25 % PB 70% NDT</b>	<b>&lt; 20 % PB &gt;70% NDT</b>
Baixo consumo Manutenção do peso Baixo investimento Necessita de alta disponibilidade de forragem	Consumo baixo ou moderado (0,1 A 0,3% pv) Ganhos de peso moderado Maior investimento Necessita de alta disponibilidade de forragem	Consumo elevado (0,4 A 0,9% pv) Maior ganho de peso Maior investimento	Alto Consumo - Acima de (1% pv) Maior ganho de peso Maior investimento
			

Figura 3. Tipos de suplementos. Fonte: O autor

Os diversos tipos de suplemento possibilitam várias alternativas para preencher as limitações que existem na pastagem em função da variação sazonal do pasto ao longo do ano. Não existe um suplemento melhor que o outro, cada um pode ser importante a depender de cada propriedade, pois resposta da suplementação varia bastante em função da qualidade e oferta do pasto, da ingestão e composição do suplemento e da interação de diferentes fatores. O uso de suplemento pode ser feito em qualquer época do ano, mas a melhor resposta é a da suplementação estratégica na seca, pois ela corrige a

limitação primária de proteína das pastagens e permite que o animal aumente o consumo da forrageira de baixa qualidade (Gomes et al., 2015).

Os suplementos proteicos são utilizados quando ocorre aumento na massa de forragem e no conteúdo de fibra e redução no teor proteico da massa de forragem. Os suplementos energéticos quando o cenário é o inverso, há redução na massa de forragem e no conteúdo de fibra, e aumento no teor proteico (Reis et al., 2009). Os proteicos energéticos promovem a inclusão de compostos nitrogenados no rúmen e maior eficiência de utilização da forragem (Silva et al., 2019).

Paulino et al. (2008) e Benatti (2010) descrevem que as bactérias presentes no rumem necessitam da disponibilidade da energia (ATP). Assim, quando há inclusão de proteína na dieta e forragem com reduzida taxa de digestão, a quantidade de energia pode limitar o crescimento microbiano, desta forma, os suplementos para bovinos em gramíneas tropicais devem apresentar natureza múltipla e sinérgica.

O objetivo dos suplementos de proteína é primeiro fornecer uma fonte de nutrientes para os micro-organismos do rúmen e, em segundo lugar, fornecer nutrientes para o animal. As bactérias do rúmen precisam de proteína degradável no rúmen para fermentar eficientemente a fibra em forragens maduras e fornecer ao animal energia, proteína e outros nutrientes.

Segundo estudo de Lima et al., (2012), recomenda-se iniciar a suplementação proteica no período de transição águas-seca, pois, esta proporcionou elevado desempenho animal e resultado econômico positivo.

Fornecer suplemento protéico-energético na estação seca do animal só deve ser utilizado dentro de um plano nutricional que considere uma maior taxa de ganho de peso nos próximos estágios (Roth, et, al., 2017), ou seja, torna-se necessário aumentar a taxa de ganho de uma fase para outra para evitar perda na diferença de ganho de peso obtido na fase anterior.

Segundo Stahlhöfer et al. (2021), a utilização de suplementos energéticos para bovinos em pastejo no período das águas aumenta a eficiência na utilização da amônia no rúmen, quando há proteína em quantidade adequada na forragem, como normalmente observado em pastos bem manejados na estação chuvosa (Reis et al., 2009). Assim, em condições de pastagens tropicais bem manejadas, a suplementação energética pode ser estudada como forma de equilibrar e utilizar os nutrientes de forma eficiente (Barbero et, al., 2017).

Assim, segundo Santos et al., (2022) se o objetivo do sistema de produção for estimular a ingestão de forragem, a opção é fornecer suplementos com menores níveis de energia. Em contrapartida, se o objetivo for aumentar a taxa de lotação, suplementos com maiores níveis de energia devem ser utilizados.

A suplementação com energia e proteína de forma balanceada de aumenta a ingestão de MS, a digestibilidade e o desempenho animal, sem efeito de substituição na ingestão de forragem (Barbizan et al.,2020). A energia sem o suprimento adequado de proteína resulta em efeitos de substituição e, conseqüentemente, na diminuição da utilização da forragem (Souza et al., 2010). Por outro lado, a suplementação proteica sem o suprimento adequado de energia reduz a eficiência da retenção de nitrogênio e a digestibilidade (Lazzarini et al., 2016) em comparação com suplementos proteico-energéticos.

#### 1.4. *Megathyrus maximus*

A gramínea forrageira *Megathyrus maximus* é conhecida mundialmente, por sua alta produtividade, qualidade e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas Euclides et al. (2012). Essa, junto do gênero *Urochloa*, são as principais forrageiras tropicais utilizadas no Brasil e destacam-se aqui por seu potencial de produção na região tropical do Brasil. Conhecer a dinâmica de crescimento da planta é importante para definir as recomendações de manejo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Características das gramíneas do gênero *Megathyrus maximus*

Itens	<i>Megathyrus maximus</i>
Produção (ton/há/ano)	20-28 ton
Exigência em fertilidade	Alta
Índice pluviométrico	>800 mm
Qualidade nutricional	12-16% PB
Hábito de crescimento	Cespitoso
Altura de entrada	90 - 55cm
Altura de saída	50 – 30 cm
Tolerância a seca	Baixa
Facilidade de manejo	Menor

As gramíneas do gênero *Megathyrus* necessitam em função da sua maior qualidade nutricional, condições de fertilidade e condições climáticas ideais. Assim, é

um gênero que exige um maior nível de intensificação do produtor e uma maior atenção com o manejo do pasto.

Segundo Euclides et al. (2012), o capim Mombaça deve ser manejado na forma de pastejo rotacionado, uma vez que apresenta limitações e/ou dificuldades para ser manejado usando-se lotação contínua. Assim, quando os pastos de capim Mombaça são submetidos a cortes frequentes, apresentam elevadas taxas de alongamento de folhas e relativos aumentos de produção de forragem, com aparecimento de perfilhos basilares (Montagner et al., 2012). Essa elevada taxa de crescimento do capim Mombaça permite alta taxa de lotação, durante o período das águas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Desempenho e produtividade de bovinos de corte durante as estações do ano.

Variáveis	Seca	Águas
Ganho médio diário (kg/dia)	0,427	0,600
Ganho de peso por hectare (kg/ha)	355	627,33
Taxa de lotação (UA/ha)	1,89	6,7

Fonte: Adaptado de Costa et al., (2021) e Euclides et al., (2015).

As cultivares do gênero *Megathyrsus* possibilitam maiores ganhos de peso que podem, variam conforme a suplementação e oferta do pasto. Na tabela 4 pode ser observados diferentes ganhos de peso em pastagem do gênero *Megathyrsus maximus*.

**Tabela 04.** Desempenho e produtividade por hectares de bovinos em pastagens dos gêneros *Megathyrsus maximus*.

Forrageira	GMD	Kg/há	Autor
	0,745	873	
	0,988	927	
Tanzânia	1,050	741	Barbero et al.,2020
	1,190	561	
	0,780		Pinheiro et al. (2014)
	0,550		Garcia et al. (2011)
Mombaça	0,780		Garcia et al. (2009)
	0,760		Alexandrino et al. (2005)
	0,546		Cândido et al. (2005)
	0,980		Borges, 2012
<b>Média</b>	<b>0,852</b>		

Fonte: Adaptado de Barbero et al., 2021

Estudos de Silva et al., (2022) indicam que novilhos podem ganhar 0,5 kg/d durante a estação seca, em pastagem de capim mombaça e recebendo um suplemento

concentrado padrão a uma taxa de 0,25% do peso corporal, por outro lado, novilhos que recebem um suplemento concentrado de 1% do peso corporal, podem ganhar 1 kg/dia durante a estação seca, resultando no peso alvo de abate sendo atingido em uma idade mais jovem. Euclides et al., (2016) mostraram as implicações do manejo da cultivar para a exploração do maior potencial da gramínea, assim, a utilização manejo priorizando uma altura de pós pastejo de 50 cm proporcionou um maior extrato pastejo, com maior proporção de folhas, que conferiu um maior valor nutritivo e, conseqüentemente, maior consumo e ganho de peso. Esses autores constataram o capim Mombaça manejado nessa altura pós-pastejo uma produção de 1070 contra 635 kg/ha, na altura de 30 cm pós-pastejo.

De forma análoga, Difante et al., (2010) relataram maior ganho de peso vivo (800 vs 660 g/animal.dia), porém, com menor taxa de lotação (3,3 vs 4,1 UA/ha) para pastagens manejadas a 50 cm do que para aqueles manejados a 25 cm de altura residual. Embora cada capim exista uma amplitude de condições de pasto específica para que as metas de produções por animal e por área possam ser alcançadas.

### **1.5. Grupo genético e classe sexual**

Genética e nutrição impulsionam a produtividade do rebanho devido aos impactos significativos em todos os componentes do ciclo de produção de bovinos de corte. Nesse contexto, é plausível a busca pelo aumento da produtividade por meio da melhoria do mérito genético e aliado à nutrição como uma estratégia adequada para reduzir o impacto ambiental e alcançar a sustentabilidade ambiental (Dallantonia et al., 2021).

Contudo, o mérito genético só é potencializado com condições para a sua expressão. Bovinos com alto potencial genético para crescimento geralmente diminuíram a adaptação às condições tropicais, o que pode aumentar a exigência de nutrientes (Barbezian et al., 2020), dessa forma, é necessário unir produtividade com resistência e adaptabilidade ao clima e condições de cada propriedade. Por isso, a união da genética dos animais *Bos taurus* e *Bos indicus* é uma estratégia interessante.

Os animais da subespécie *Bos taurus* que se dividem basicamente em duas subespécies: *Bos taurus taurus* (*B. taurus*), bovino taurino de origem europeia; *Bos taurus indicus* (*B. indicus*), bovino zebuino de origem asiática.

Ao analisar os grupos genéticos nos sistemas de criação é importante atentar a sua fisiologia de crescimento, pois, o tamanho ou peso à maturidade geralmente influencia a ponto de acabamento. Assim, animais das raças continentais apresentam maior porte, conseqüentemente, o tempo para atingir o acabamento (ponto **D** do gráfico) será maior em comparação aos animais das raças britânicas e zebuínas que tem porte menor. Quanto maior o tamanho corporal de um grupo genético, maior será o ganho diário e o período de alimentação para atingir o grau de acabamento determinado (figura 4). De forma semelhante às fêmeas bovinas apresentam um menor porte e, conseqüentemente, um menor tempo de abate e com acabamento precoce.

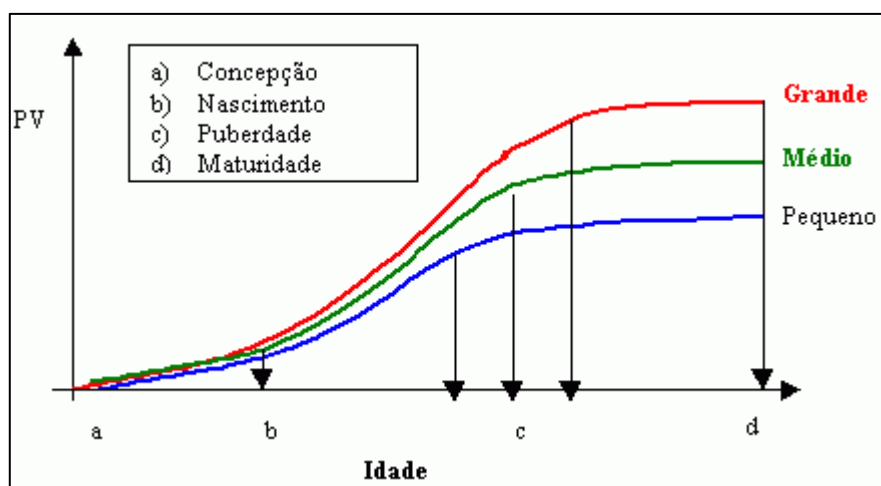


Figura 4. Curva de crescimento de bovinos com diferentes tamanhos corporais. Fonte: Adaptado de Owens (1993).

A utilização de bovinos de raças europeias ou de fêmeas é uma alternativa para diminuir o tempo de permanência dos animais na fazenda e aumentar o desfrute. Entretanto, são importantes cuidados relacionados à falta de adaptabilidade dos animais taurinos ao clima e aos endo e exoparasitas (De León et al., 2009).

Assim, como nem toda região suporta a criação de animais europeus, uma alternativa seria utilizar animais mestiços. Marcondes et al., (2011) relatam que animais mestiços *Bos taurus/Bos indicus* são mais eficientes que animais zebuínos puros.

Silva et al., (2021) observaram que independentemente do suplemento fornecido, os novilhos F1 Senepol × Caracu em função da heterose e da complementariedade, proporcionaram ganhos superiores aos novilhos Caracu puros. Destarte, a fim de aumentar a eficiência geral do sistema de pastejo, este cruzamento de raças pode ser recomendado para o Cerrado brasileiro.

Embora os animais zebuínos da raça nelore possuem maior capacidade de digerir os nutrientes quando expostos às dietas de baixa qualidade e alta fibra, como as gramíneas tropicais (Andrade 1992; e Castillo Estrada et al. 1997), a introdução do cruzamento industrial, com a combinação de duas ou mais raças adaptadas para corte, pode melhorar a qualidade das carcaças de bovinos criados a pasto.

A aceitação da carne bovina pelo consumidor depende de dois aspectos principais: seu valor nutricional e sua qualidade alimentar (ou seja, suculência, maciez, sabor e cor). A qualidade da carne pode ser modificada por diversos fatores, incluindo a genética, o sexo do animal e o sistema de alimentação. Como a genética é o principal fator que pode afetar a qualidade final da carne bovina, seus efeitos são bastante claros e bem estabelecidos (Rotta et al., 2009).

O sexo dos animais influencia diretamente na qualidade e rendimento da carcaça. Machos inteiros possuem melhor desempenho, deposição de gordura subcutânea e intramuscular, crescimento acelerado, eficiência alimentar e carne magra com rendimento dos cortes principais. Porém, a maior influência da testosterona nestes animais aumenta o estresse pré-abate, eleva o pH, resultando em maior oxidação, redução na maciez, marmorização e peso de carcaça (Amorim et al., 2023).

Em relação à classe sexual, as novilhas é a que apresentam melhores atributos de qualidade (Reddy, et al., 2015). O sexo do animal tem um considerável impacto sobre a qualidade da carne bovina carcaça. Quando comparado com carcaças de novilhas, machos apresentam carcaças mais pesadas, porém com menor teor de gordura que é atribuído ao impacto dos efeitos dos hormônios esteroides sexuais principalmente a testosterona. (Bonfatti et al., 2013; Moloney; Mcgee, 2017).

Moore et al. (2012) e King et al. (2006) observaram menores peso de carcaça quente de novilhas em relação a demais condições sexuais. No entanto, mesmo apresentando menor peso de carcaça quente, as novilhas tendem a atingir a maturidade muscular e esquelética mais precocemente e assim alcançando o período de abate em menor período em relação aos machos (Venkata Reddy et al., 2014).

Alguns estudos relatam que novilhas apresentam maiores porcentagem de cobertura de gordura subcutânea em comparação a de bovinos machos (Blanco et al., 2020; Mueller et al., 2019; Venkata Reddy et al., 2014). Isso deve-se, por as fêmeas depositarem gordura mais precocemente, tornando esses animais mais eficientes na deposição de gordura (Venkata Reddy et al., 2014).

No caso das fêmeas, a presença de genes favoráveis à deposição de gordura intramuscular contribui para uma distribuição mais adequada dos ácidos graxos nos músculos, resultando em carnes com maior maciez, suculência, sabor e menor força de cisalhamento. Quando comparadas a machos não castrados, tanto as fêmeas quanto os animais castrados apresentam maior desenvolvimento das regiões do quarto traseiro, dianteiro e pescoço (Garbossa et al., 2020).

Associado a isso, a suplementação a pasto pode proporcionar melhoria no acabamento de carcaça e qualidade da carne, além da produção de animais mais jovens ao abate (Baroni et al., 2010; Machado et al., 2012), o que é fundamental para comercialização de carne de qualidade.

### **1.6. Níveis de suplementação e qualidade da carne bovina**

As características de qualidade de carne são afetadas por vários fatores, dentre eles destaca-se a nutrição.

Uma maior quantidade de energia é ingerida por animais que consomem concentrado o que resulta em maiores taxas de crescimento, resultando de forma indireta positivamente na textura, maciez e suculência pela maior deposição de gordura intramuscular, evidenciando que o sistema de terminação influencia a qualidade da carne (Ladeira e Oliveira, 2006).

Devia et al., (2024), Baroni et al., (2010) verificaram que a suplementação proporcionou maior peso da carcaça, espessura da gordura subcutânea e o teor de lipídios na carne de novilhos. Por outro lado, Ramos et al., (2022), estudando diferentes estratégias de suplementação ao longo das estações, não observaram diferença nas características de carcaça e qualidade da carne e composição química da carne (proteína bruta, gordura e umidade) dos animais.

A composição centesimal pode ser influenciada por múltiplos fatores, sendo eles: espécie, raça, sexo, idade, manejo nutricional e peso ao abate (Bonagurio et al., 2004; Freire et al., 2010), sendo a composição química dos músculos relativamente constante, sendo ela: cerca de 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais e carboidratos (Geay et al. 2001).

Segundo Bonagurio et al., (2004), a maturidade do animal influencia a composição centesimal da carne, em razão do crescimento do tecido adiposo, uma vez que com o aumento do peso de abate, concomitante o avanço da idade diminui o

crescimento ósseo e muscular e eleva o crescimento do tecido adiposo. Animais jovens apresentam maiores quantidades de água e menores de gordura, no entanto, com o avanço da idade as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem e aumentam a concentração de gordura e o grau de engorda (Fernandes Júnior et al., 2013).

Na análise centesimal de carnes, a gordura é o componente que apresenta maior variação, e as quantidades depositadas normalmente resultam do balanço entre energia da dieta e requerimentos metabólicos (Eriksson e Pickova, 2007). Logo, em dietas com teores de energia semelhante à variação pode não ser evidente.

O uso de estratégias de alimentação a pasto com suplementação concentrada nas fases de crescimento e terminação de bovinos Nelore melhora a composição da carne e produz carcaças com características satisfatórias (Menezes, et al., 2019).

## **1.7. Características físico-químicas da carne bovina**

### **1.7.1. Capacidade de retenção de água (CRA)**

A capacidade de retenção de água é determinada pela quantidade de água perdida por meio de aplicação de força externa como corte, aquecimento, trituração ou prensagem do tecido muscular. A menor capacidade de retenção de água da carne ovina implicará em perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, influenciando na suculência durante a mastigação resultando em carnes mais secas e com menor maciez, (Lawrie, 2005).

A capacidade de retenção de água é variável, devido a fatores de ordem geral, dependendo também da espécie animal, da idade e da função do músculo (Pardi et al., 2001). Sendo os primeiros eventos pós-morte incluindo a taxa e a extensão do declínio do pH, a proteólise e até mesmo a oxidação da proteína são fundamentais para influenciar a capacidade da carne de reter água (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

A velocidade de queda e o pH final observado após os processos bioquímicos de conversão de músculo em carne são os principais fatores determinantes da CRA (Oliveira et al., 2014). Assim, segundo Lawrie (2004), a água é mantida por capilaridade, associada aos filamentos proteicos e tem uma relação direta com o pH da carne, uma vez alteração nos valores acima do ponto isoelétrico (5,5) da maioria das proteínas musculares, pode afetar a neutralidade de cargas elétricas impossibilita que os grupos hidrofílicos se liguem às moléculas de água alterando a capacidade de retenção de água (Roça, 2001).

Este parâmetro tem grande importância, tanto para a indústria quanto para o consumidor uma vez que determina o rendimento econômico e a suculência da carne. A perda de água que se desprende pode interferir negativamente tanto pelo fator visual, acúmulo de água na embalagem, quanto na alteração do valor nutritivo resultante das perdas de proteínas solúveis, vitaminas e minerais, além da textura e palatabilidade da carne que fica comprometida.

### **1.7.2. Perda de peso por cocção (PPC)**

A perda de peso por cocção (PPC) é um parâmetro que avalia a qualidade da carne, associado ao seu rendimento após passar por processo de aquecimento. Sendo associada ao rendimento no preparo para o consumo, além de influenciar nas características cor, força de cisalhamento e suculência da carne (Bonagurio, 2003; Albuquerque et al., 2014).

É uma característica influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (Monte et al., 2012). Esses parâmetros estão correlacionados, pois quanto maior for a retenção de líquido na carne, menor serão as perdas quando passar por aquecimento (Alves et al., 2016).

A perda de peso por cocção é alterada quando as propriedades físicas que mantêm a água retida na carne são modificadas. Assim, fatores como genótipo, condições de manejo pré e pós-abate e a metodologia utilizada no preparo das amostras; tais como a remoção ou padronização da capa de gordura externa, tipo de equipamento, tempo e temperatura de cozimento, exerce influência direta na desnaturação das proteínas e conseqüentemente na perda de peso por cozimento (Carmo, 2014).

Além disso, fatores como composição da dieta (carboidratos digestíveis, magnésio, vitamina E e D3), comprimento da fibra muscular, tamanho e dimensão da amostra, temperatura e taxa de resfriamento da carne podem interferir na perda de peso por cozimento (Jacques et al., 2017).

### **1.7.3. Força de cisalhamento (FC)**

É um parâmetro que indica a maciez da carne por meio da mensuração da força adequada para cortar a carne, sendo realizadas com o auxílio de análises instrumentais (método objetivo) e sensoriais (método subjetivo).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne, destacam-se os fatores de ordem *ante-mortem* como genética, alimentação, sexo, idade de abate, estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo, uso de agentes hormonais ( $\beta$ adrenérgicos) e fatores post-mortem como estimulação elétrica, rigor-mortis, resfriamento da carcaça, maturação e pH final da carne (Koohmaraie et al., 2002; Roça, 2006).

Segundo Cezar e Sousa (2007), a classificação da textura de forma objetiva é mensurada pela pressão exercida no corte. Os filetes de carnes que não resistirem a uma pressão menor que 2,27 kgf, indicam que será classificada como macia, se resistirem a (2,27 a 3,63 kgf) será moderadamente macia, se resistirem à pressão acima de (3,63 kgf) é considerada dura, e se passar (5,4 kgf) é tida como extremamente dura.

Animais de origem zebuina *B. indicus* apresentam menor maciez em função da maior atividade da calpastatina, uma protease cálcio dependente, que atua inibindo a ação das calpaínas responsáveis pela fragmentação das estruturas miofibrilares e pelo amaciamento da carne no post mortem (Whipple et al., 1990; Koohmaraie, 1992). Por outro lado, existem outros fatores responsáveis por variações na maciez entre raças, como: comprimento de sarcômero (Koohmaraie et al., 2002) e quantidade de colágeno total e colágeno insolúvel (Purslow, 2005).

#### **1.7.4. Cor**

A cor constitui o primeiro e principal atributo que o consumidor, levam em conta no momento da compra, onde ele decide pela compra ou de rejeição o produto (Amatayakul-Chantler et al., 2013; Chen et al., 2023). A cor é uma importante medida visual de frescor e qualidade, pois, os consumidores associam carne vermelha brilhante com frescor e alta qualidade, e associa carne pálida ou escura pouco atraente com deterioração iminente e / ou com redução da qualidade da carne (Faustman & Cassens, 1990; Ponnampalam et al., 2013). Contudo, muitas vezes a cor é julgada de maneira equivocada, sendo na maioria das vezes o consumidor associa a carne escura ao com carne de animais velhos e com maior dureza (Silva Sobrinho et al., 2008).

A cor é influenciada principalmente pela proteína mioglobina, que constitui entre 80 a 90% do pigmento total, e é a principal responsável pela cor vermelha da carne (Faustman; Suman, 2017). A quantidade de mioglobina no músculo é influenciada pela idade, condição sexual e tipo do músculo. De modo geral, carnes com coloração vermelha-cereja são mais atrativas aos consumidores, devido à maior associação dessa

coloração a um produto fresco (Matarneh; Silva; Gerrard, 2021; Faustman; Suman, 2017).

A mioglobina é o pigmento responsável principalmente pela cor da carne vermelha (AMSA, 2012) e está associado a medidas de leveza ( $L^*$ ), vermelhidão ( $a^*$ ), amarelecimento ( $b^*$ ), sombra de cor (matiz) e saturação da cor (chroma) da carne de cordeiro (Calnan et al., 2016).

Em relação à forma química da mioglobina que pode apresentar-se reduzida ( $Fe^{++}$ ), de cor vermelha púrpura, na forma de oximioglobina, de cor vermelha brilhante, ou na presença de substâncias oxidantes, o ferro passa para a forma oxidada ( $Fe^{+++}$ ), originando a metamioglobina, de cor marrom, associada pelos consumidores a carnes estocadas por longos períodos (Trout, 2003).

Além desses outros fatores, como a falta de higiene no abate, acarretando uma possibilidade de crescimento bacteriano, que tem relação positiva com a formação da metamioglobina, a temperatura alta da carne, intensidade e tipo de luz, a nutrição, o processo de congelamento, e o tempo de maturação podem também alterar a cor da carne (Sañudo et al., 2000).

Segundo Souza et al. (2004), a cor da carne pode ser influenciada por alguns fatores, tais como: a luminosidade ( $L^*$ ) foi influenciada pelo grupo genético e o peso ao abate. Já a característica  $a^*$  será maior quanto maior o peso ao abate, devido à uma quantidade superior de pigmentos hêmicos, enquanto,  $b^*$  é influenciado pela presença de betacaroteno na gordura.

Os valores encontrados na literatura para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em carne bovina, encontram-se nas seguintes faixas de variação: 33,2 a 41,0; 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3, respectivamente (Muchenje et al., 2009). Rossato et al. (2010), avaliando a cor do músculo longissimus de bovinos nelore terminados em pastagem, encontraram médias  $L^*$  de 32,26,  $a^*$  19,39 e  $b^*$  4,04.

Blanco et al., (2020) relataram que a carne de novilhas apresentou maior luminosidade e com menor tons amarelos quando comparado a bovinos não castrados e castrados. Esse maior brilho da carne é atribuído aos diferentes teores de gordura da carne, de forma que o maior teor de marmoreio e gordura do músculo de novilhas e animais castrados resultou em carne com maior brilho (Mueller et al., 2019).

## 1.8. Perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional

Sabe-se que carne vermelha é considerada uma fonte importante para alimentação humana, principalmente pela sua composição rica em aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais. A carne também é uma fonte de ácidos graxos.

Os ácidos graxos são conhecidos como ácidos carboxílicos na forma esterificada, que podem ser classificados em ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI); e estes últimos em monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) (Christie, 2014).

Os ácidos graxos saturados são formados, principalmente, por meio do processo de biohidrogenação ruminal e em menor proporção pela síntese do novo, ou seja, ação das elongases e dessaturases. A biohidrogenação ruminal é um processo que envolve isomerização e saturação sequenciais realizadas principalmente por bactérias do rúmen, para moderar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos insaturados no crescimento das bactérias ruminais (Jenkins, et al., 2008; Toral, et al., 2018).

O processo resulta em uma infinidade de intermediários de biohidrogenação incluindo ácidos graxos trans, conjugados e não conjugados, que são finalmente convertidos em ácidos graxos saturados pela adição de íons hidrogênio às duplas ligações presentes nos ácidos graxos insaturados. Assim, ácidos graxos com 18 carbonos, como o oleico (18:1), linoleico (18:2) e linolênico (18:3), bem como o palmitoleico (16:1), com 16 carbonos, são transformados, respectivamente, em ácido esteárico (18:0) e ácido palmítico (16:0). (Holanda et al., 2011). Como nesse processo de biohidrogenação não é total, ocorre à formação de ácido linoleico conjugado (CLA) e seus intermediários, incluindo o ácido cis-9, trans-11 CLA e ácido vacênico; trans-11 18:01 (Kim et al., 2009).

Os ácidos graxos monoinsaturados são obtidos em parte pela síntese a partir de ácidos graxos essenciais e em parte pela dieta. O principal ácido graxo presente na carne é o 18:1n-9 (ácido oleico) (Vahmani et al., 2020).

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) são majoritariamente obtidos por meio da alimentação, embora haja uma pequena produção endógena, especialmente no fígado. Os dois principais AGPI presentes na dieta são o ácido linoleico (18:2n-6) e o ácido  $\alpha$ -linolênico (18:3n-3). Ambos são considerados essenciais, uma vez que os animais não possuem a capacidade de sintetizá-los naturalmente. Através da ação das enzimas  $\Delta$ -5 e  $\Delta$ -6 dessaturase, além das elongases, resulta na formação de compostos

como o ácido araquidônico (20:4n-6), principal AGPI de cadeia longa da série n-6, e os ácidos eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA), docosapentaenoico (22:5n-3, DPA) e docosahexaenoico (22:6n-3, DHA), que são os principais AGPI de cadeia longa da série n-3. Dentre esses, destacam-se o ácido linoleico e o ácido araquidônico como os AGPI mais abundantes (Vahmani et al., 2020).

Assim, em ruminantes o metabolismo lipídico ruminal é um ponto-chave na determinação do conteúdo de muitos ácidos graxos desejáveis em produtos para ruminantes, como c9t11-CLA, t11-18:1 (ácido vacênico), c9-18:1 (ácido oleico), 18:2n-6 (ácido linoleico) e 18:3n-3 (ácido  $\alpha$ -linolênico) (Chilliard et al., 2007; Scollan et al., 2014).

A gordura da carne dos ruminantes apresenta maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação poliinsaturados:saturados em comparação à da carne de não ruminantes (French et al., 2000 e Fernandes, 2010).

Os resultados de uma revisão de Nogoy, et al., (2022) revelaram que a carne de bovinos a pasto continha menos gordura total, bem como menos ácidos graxos saturados, principalmente os que aumentam o colesterol (C12:0 a C16:0) e continha uma quantidade menor de ácido graxo (C18:0), e uma menor proporção de n-6 para n-3. Por outro lado, apresentou maior teor ômega-3 total e ácidos graxos poliinsaturados n-3 (EPA, DPA e DHA) do que os animais alimentados com grãos. Muitos fatores diferentes influenciam as concentrações de n-3 e n-6 da carne em ruminantes, como: tipo de dieta baseada, tipo de suplemento (ingrediente) usado na dieta, forma de lipídio presente na dieta, competição entre enzimas de dessaturação e alongamento, disponibilidade de metabólitos secundários, nível de antioxidantes e carotenoides nos tecidos musculares (Ponnampalam et al., 2021).

Os ácidos graxos saturados em quantidades elevadas são indesejáveis, pois estão relacionados ao aumento de colesterol sérico total e LDL, principalmente os ácidos: mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0), que são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes, a saúde (Mensink et al., 2013).

Valores mais altos de ácido oleico 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).

O efeito da dieta sobre a qualidade de carne de bovinos é uma variável que vem sendo investigado para atender as exigências do mercado consumidor cada vez mais exigente (ABA, 2014). Dietas baseadas em capim podem melhorar significativamente a composição de ácidos graxos (Daley, et al., 2010).

Dessa forma, é preciso conhecimentos para atuar na melhoria da qualidade da carne, com manipulação da composição dos ácidos graxos da carne por meio da manipulação de fatores que atuam nesse processo. A concentração de diversos ácidos graxos promotores da saúde na carne pode ser efetivamente aumentada por meio de estratégias de alimentação animal (Dewhurst e Moloney, 2013; Shingfield et al., 2013).

Uma dieta com maior proporção de concentrado tende a aumentar a proporção dos ácidos graxos insaturados, em função da diminuição das taxas de lipólises e biohidrogenação. Tais modificações ocorrem devido à queda do pH, resultando em uma alteração e manipulação na microbiota ruminal e influenciando o padrão de fermentação (Holanda et al., 2011; Kozloski, 2011; Hajji et al., 2016).

A carne bovina tem uma relação baixa de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). No entanto, é desejável que a relação dos AGPI/AGS do perfil lipídico da carne seja elevada, pois exerce grande importância devido aos efeitos benéficos associados à proteção contra doenças cardiovasculares (Hooper et al., 2015).

Segundo Wood et al., (2003), a relação AGPI/AGS do perfil lipídico de um alimento deve situar-se acima de 0,4, para evitar doenças associadas ao consumo de gorduras saturadas. Além desse índice, a relação dos ácidos graxos ômega-6 (n-6) a n-3 (n6:n3) é outro fator importante e tem sido utilizada como critério para a qualidade de gordura, a qual deveria ser inferior a 4 (Department of Health, 1994).

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 eicosanoides 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).

Contudo, deve-se ter um equilíbrio nos ácidos graxos n-6 a 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).

## II REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIZADEH, A.; SHAHNEH, A.Z.; YOUSEFI, A.R.; OMRAN, M.H.; CAMPBELL, A.W. Determining the effect of the fat-tail and carcass weight on meat fatty acid composition of Iranian lambs. **Small Ruminant Research**, v.115, p.34-39, 2013

ALONSO, M.P.; MORAES, E. H.B.K. DE.; PINA, D.S. DOS; PEREIRA, D.H.; MOMBACH, M.A.; GIMENEZ, B. DE M. E WRUCK, F. J. 2014. Suplementação concentrada para bovinos de corte em sistema de integração lavoura e pecuária no período das águas. **Rev Bras Saúde Prod Anim**, Salvador. BA. 15: 339-349.

ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, AA.B. Maciez da Carne Bovina **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135-149, jul. / set. 2005.

AMORIM, S.S.; MACHADO, T.J.V.M.O.P.; PIRES, A.J.V.; RIBEIRO, A.S.; GALVÃO, P.C.S (2023). Qualitative aspects of beef. **Brazilian Journal of Science**, 2(9), 1–12. <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i9.353>.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. American **Meat Science** Association 2nd edition (version 1.0). 2015.

ANDRADE, P.L.; BRESSAN, M.C.; GAMA, L.T. et al. 2010. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **RevBras de Zootec**, v.39, n.8.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; AGUILAR, N. M.; ROMANZINI, E. P.; FERRARI, A. C.; NAVE, R. L. G.; Mullinks, J. T.; Reis, R. A.; Supplementation level increasing dry matter intake of beef cattle grazing low herbage height. **Journal of Applied Animal Research**, v. 48, n. 1, p. 28-33, 2020.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T., RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.; Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBERO, R. P.; RIBEIRO, A. C. DE C.; MOURA, A. M.; LONGHINI, V. Z.; MATTOS, T. F. D. A.; BARBERO, M. M. D.; Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.

BARBIZAN, M.; VALENTE, E.E.L.; DAMASCENO, M.L.; LOPES, S.A.; TANAKA, E.S.; BARROS, C.P.; MELO, B.V.R. Balanced protein/energy supplementation plan for beef cattle on tropical pasture, **Livestock Science**, Volume 241, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104211>.

BARONI, C.E.S.; PAULA LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; DE QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I.; SVERZUT, C.B. Níveis de suplemento à base de fubá de milho para novilhos

Nelore terminados a pasto na seca: desempenho, características de carcaça e avaliação do pasto. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.1, p.175-182, 2010.

BENATTI, J. M. B. **Grão de milho inteiro ou triturado fornecidos em duas frequências de suplementação para bovinos de corte em pastejo**. 2010. Dissertação em Ciência Animal. (Mestrando em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010. 90f.

BERG RT, BUTTERFIELD RM. New concepts of cattle growth [Internet]. Sydney: **Cornell University Library**; 1976 [citado 26 junho 2025]. Disponível em: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/10083>.

BEZERRA, E. S. et al. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2660-2667, 2011.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; SANTOS, C.L.; LIMA, A.L. Composição Centesimal da Carne de Novilhas 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.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.F. et al. Qualidade da carne de novilhas Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.

BOVAL, M.; EDOUARD, N.; SAUVANT, D. Uma meta-análise da ingestão de nutrientes, eficiência alimentar e desempenho em pastagens de gado em pastagens tropicais. **Animal** 2015 , 9 , 973–982. [ Google Acadêmico ] [ CrossRef ] [ PubMed ]

BRAGA GJ, PEDREIRA CGS, HERLING VR, LUZ PHDC. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2007; 42:1641-1649. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001100017>.

BRANDÃO, R.K.C.; DE CARVALHO, G.; SILVA, R.; DIAS, D.; MENDES, F.; LINS, T.; PEREIRA, M.; GUIMARÃES, J.; TOSTO, M.; RUFINO, L.; et al. Correlation between production performance and feeding behavior of steers on pasture during the rainy-dry transition period. **Trop. Anim. Health Prod.** 2018, 50, 105–111. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].

CARNEIRO, M.M.Y.; GOES, R.H.T.B.; DA SILVA, L.H.X.; FERNANDES, A.R.M.; DE OLIVEIRA, R.T.; CARDOSO, C.A.L.; HIRATA, A.S.O. Quality traits and lipid composition of meat from crossbreed Santa Ines ewes fed diets including crushed crambe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.6, p.319-327, 2016.

CASTILHO, C.; PEREIRA, V.; ABUELO, A.; HERNÁNDEZ, J. Effect of Supplementation with Antioxidants on the Quality of Bovine Milk and Meat Production. **The Scientific World Journal**. vol 2013, Article ID 616098, p.8, 2013.

CASTILLO ESTRADA, LH; FONTES, CAA; JORGE, AM et al. Exigências Nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e critérios líquidos de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia** , v.26, n.3, p.575-583, 1997.

CEDIEL-DEVIA DC, SCHAITZ LH, DA SILVA FF, SANTOS LV, DA SILVA APG, SANTOS MDC, DUEÑEZ WYS, MELGAR ORA, PAIXÃO TR, SILVA JWD, DE ARAÚJO TLAC, DE LIMA JÚNIOR DM, SILVA RR. Performance, Carcass Traits, and Meat Fatty Acid Profile of Post-Weaning and Finishing Zebu Steers on Tropical Pasture with Three Low-Intake Supplementation Strategies. **Animals (Basel)**. 2024 Aug 27;14(17):2486. doi: 10.3390/ani14172486. PMID: 39272271; PMCID: PMC11393885.

CHARMLEY, E.; STEPHENS, M.L.; KENNEDY, P.M. Predicting livestock productivity and methane emissions in northern Australia: Development of a bio-economic modelling approach. **Aust. J. Exp. Agric.** 2008, 48, 109–113. [Google Scholar] [CrossRef].

CHAVES, A.R.D.; LIMONI, B.H.S.; GOMES, M.N.B.; DUARTE, M.T.; BRIXNER, B.M.; SOARES, E.S.M.; PORTELA, L.C.; BRITO, T.R.R.; PERESTRELO, A.A.; DE PAULA, L.C. Raças bovinas e a qualidade da carne. **Anais da X mostra científica FAMEZ / UFMS**, Campo Grande, 2017.

CHILLIARD Y, GLASSER F, FERLAY A, BERNARD L, ROUEL J, DOREAU M (2007) Dieta, bio-hidrogenação ruminal e qualidade nutricional da gordura do leite de vaca e cabra. **Eur J Lipid Sci Technol** 109(8):828–855.

CHRISTIE, W. W. (2014). **Lipid Analysis** (4ª edição). Woodhead Publishing.

D’ALESSANDRO, A.G.; MAIORANO, G.; CASAMASSIMA, D.; MARTEMUCCI, G. (2018). Fatty acid composition and vitamin E of meat as influenced by age and season of slaughter in Mediterranean light lamb, **Small Ruminant Research** (2018), <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.019>.

D’ALESSANDRO, A.G.; MAIORANO, G.; KOWALISZYN, B.; LOIUDICE, P.; MARTEMUCCI, G. How the nutritional value and consumer acceptability of suckling lambs meat is affected by the maternal feeding system. **Small Ruminant Research**, v.106, p.83-91, 2012.

DALLANTONIA, E.E et al. Desempenho e emissão de gases de efeito estufa de touros Nelore e F1 Angus × Nelore de um ano em sistemas de produção tropicais durante a recria e terminação. **Livestock Science**, v. 251, p. 104646, 2021. doi: 10.1016/J.LIVSCI.2021.104646.

DE-MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. Embrapa, Brasília DF, BRA. 2015.

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

DETMANN, E.; VALENTE, É.EL; BATISTA, ED; HUHTANEN, P. Avaliação do desempenho e da eficiência da utilização de nitrogênio em pastagens de gramíneas tropicais alimentadas com suplementação. **Livest. Sci.** 2014, 162, 141–153. [ Google Acadêmico ] [ CrossRef ]

DEWHURST, D.J.; MOLONEY, A.P. Modification of animal diets for the enrichment of dairy and meat products with omega-3 fatty acids.

C Jacobsen, NS Nielsen, AF Horn (Eds.), In **Food enrichment with omega-3 fatty acids**, Woodhead Publishing, Cambridge, UK (2013), pp. 257-287.

FRANCO, MO, DETMANN, E, VALADARES FILHO, SC, BATISTA, ED, RUFINO, LMA, BARBOSA, MM, LOPES, AR (2017) Intake, digestibility, and rumen and metabolic characteristics of cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and different levels of starch. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 30(6), 797.

FREITAS AK. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades** (Tese). Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2006.

GAGAOUA M, TERLOUW EMC, MICOL D, BOUDJELLAL A, HOCQUETTE J-F, PICARD B. Understanding early post-mortem biochemical processes underlying meat color and pH decline in the Longissimus thoracismuscle of young blond d'aquitaine bulls using protein biomarkers. **J Agric Food Chem**. 2015;36(30):6799-809. doi: 10.1021/acs.jafc.5b02615.

GARBOSSA, P. L. M., POLETI, M. D., MUELLER, L. F., MUÑOZ, J. A., ROCHA, H. C., GEMELLI, J. L., AMORIM, T. R., FERRINHO, A. M., MOURA, G. V., FABRÍCIO, E. C., BALIEIRO, J. C. DE C., & PEREIRA, A. S. C. (2020). A condição sexual de bovinos cruzados altera o proteoma muscular e influencia a maciez da carne. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**, 10.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GOMES, R. da C.; NUNEZ, AJC; MARINO, CT; MEDEIROS, SR. **Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento**. Embrapa Gado de Corte. 2015.

GURGEL, A. L. C; DIFANTE, G. S; EMERENCIANO NETO, J. V; SOUZA, J. S; VERAS, E. L. L; COSTA, A. B. G; NETTO, R. T. C; FERNANDES, L. S; CUNHA, J. C; ROBERTO, F. F. S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.74, n.2, p. 86-95, 2017.

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

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**, 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.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, 71(1), 194–204. Doi: 10.1016/j.meatsci.2005.04.022.

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2017. Tabela 3939: **Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 2008 a 2017**. [Rio de Janeiro, 2017e]. Disponível em: Acesso em: 01 abril. 2019.

ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.

JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; RESENDE, M.D.V.; CHIARI, L.; CANÇADO, L.M.; SIMIONI, C. (2008). **Melhoramento genético de Panicum maximum**. In: RESENDE, R.M.S. VALLE, C.B. JANK, L. (Ed.). Melhoramento de forrageiras tropicais. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte.

JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J.; MOSLEY, E.E.; Revisão Convidada Pelo Conselho: Avanços recentes na bio-hidrogenação de ácidos graxos insaturados no ecossistema microbiano do rúmen, **Journal of Animal Science**, Volume 86, Edição 2, fevereiro de 2008, Páginas 397–412, <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0588>.

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

JUAREZ, M.; DUGAN, M.E.R.; ALDAI, N.; BASARAB, J.A.; BARON, V.S.; MCALLISTER, T.A.; AALHUS, J.L. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin e and omega-3 fatty acids. **Meat Science**, Barking, v.90, p.764-769, 2012.

KAMALI, F.P.; LINDEN, A.V.D.; MEUWISSEN, P.M.M.; MALAFAIA, G.C.; ALFONS G.J.M. LANSINK, O.; BOER, I.J.M. Environmental and economic performance of beef farming systems with different feeding strategies in southern Brazil, **Agricultural Systems**, Volume 146, 2016, Pages 70-79, ISSN 0308-521X. DOI.org/10.1016/j.agsy.2016.04.003.

KANANI, J.; LUKEFAHR, S.D.; STANKO, R.L. Evaluation of tropical forage legumes (*Medicago sativa*, *Dolichos lablab*, *Leucaena leucocephala* and *Desmanthus bicornutus*) for growing goats. *Small Rumin. Res.* 2006, 65, 1–7. [Google Scholar] [CrossRef] GÜLÇİN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview **Archives of Toxicology**, 86 (2012), pp. 345-391, 10.1007/s00204-011-0774-2.

KIM, E. J. HUWS, S. A. LEE, M. R. F. SCOLLAN, N. D. Dietary Transformation of Lipid in the Rumen Microbial Ecosystem. **Journal of Animal Science**, Czech, v. 22, n. 9, p. 1341-1350, 2009.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3ª Ed. Santa Maria. 216p. 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**. 2015; 44:1806-1812.

LANZA, M., SCERRA, M., BOGNANNO, M., BUCCIONI, A., CILIONE, C., BIONDI, L.; LUCIANO, G. (2015). Fatty acid metabolism in lambs fed citrus pulp. **Journal of Animal Science**, 93, 3179-3188.

LAWRIE, R.A. 2005. **Ciência da carne**. 6 ed. Artimed Editora:São Paulo, 322 p.

LAZZARINI, I, DETMANN, E, SAMPAIO, CB, PAULINO, MF, VALADARES FILHO, SDC, SOUZA, MAD, OLIVEIRA, FA (2009b) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 2021-2030.

LIMA, J.B.M.P.; RODRÍGUEZ, N.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; GRAÇA, D.S. ; SALIBA, E.O.S. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000400022>.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; P.V.R. PAULINO, M.F.; MARCONDES, M.I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300021>.

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

MARTINS, LS (2019) Effects of supplementation plan on intake, digestibility, eating behavior, growth performance, and carcass characteristics of grazing beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, 40(6Supl2), 3233-3248.

MENEZES, B.B; FERNANDES, H.J.; MORAIS, M.G.; ROSA, E.P.; SOUZA, A.R.D.L.; FEIJÓ, G.L.D.; FRANCO, G.L. Carcass traits and meat quality of steers on pasture submitted to different dietary supplementation. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 6, p. 2693-2704, nov./dez. 2019.

MILLEN, DD; PACHECO, RDL; MEYER, PM; RODRIGUES, PHM; DE BENI ARRIGONI, M. Panorama atual e perspectivas futuras da produção de carne bovina no Brasil. **Anim. Front.** 2011 , 1 , 46–52. [ Google Acadêmico ] [ CrossRef ]

MIORIN, R. L.; SAAD, R. M.; SILVA, L. D.F.; GALBEIRO, S.; CECATO, U.; The effects of energy and protein supplementation strategy and frequency on the performance of beef cattle that grazed on Tanzania grass pastures during the rainy season. **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 8, p. 1561-1567, 2016.

MORETTI, M.H. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos nelore**. Jaboticabal, 2015 ii, 107 f.

PONNAMPALAM E.N.; WARNER R.D.; KITESSA S.; MCDONAGH M.B.; PETHICK D.W.; ALLEN D.; HOPKINS D.L.I. 2010. Influence of finishing systems and sampling site on fatty acid composition and retail shelf-life of lamb. **Anim. Prod. Sci.** 50(8):775-781. [dx.Doi.org/10.1071/AN10025](https://doi.org/10.1071/AN10025).

PONNAMPALAM, E.N.; BUTLER, K.L.; BURNETT, V.F.; JACOBS, J.L.; HOPKINS, D.L. (2013). Aged vacuum packaged lamb cuts are less brown than fresh muscle cuts under simulated retail display. **Food e Nutrition Sciences**, 4, 147-153.

PONNAMPALAM, EN; SINCLAIR, AJ; HOLMAN, BWB As fontes, síntese e ações biológicas dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na carne vermelha: uma visão geral. **Foods** 2021. <https://doi.org/10.3390/foods1006135>.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.

RAMOS, J.M.L., VARGAS, J.A.C., DINIZ, E.A.L. *ET AL.* Características de carcaça e características da carne de bovinos Nelore em pastejo submetidos a diferentes estratégias de suplementação nos trópicos. **Trop Anim Health Prod** 54, 362 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03362-w>.

REDDY, V.B. ET AL., . Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bul and cow at various feeding environments. **Animal science Journal**, v 86, n.1, p. 1-2015.

REIS, RA; RUGGIERI, AC; CASAGRANDE, DR; PÁSCOA, AG Suplementação Da Dieta de Bovinos de Corte Como Estratégia Do Manejo Das Pastagens. **Rev. Brás. Zootec.** 2009 , 38 , 147–159. [ Google Scholar ] [ CrossRef ]

RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; OLIVEIRA, I.V. (2018). **Entendendo o conceito Boi 777**, v.777, p.3.

ROTH MTP, FERNANDES RM, CUSTÓDIO L, MORETTI MH, OLIVEIRA IM, PRADOS LF, SIQUEIRA GR, RESENDE FD (2018) Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science**. 18:215-225.

ROTH MTP, RESENDE FD, OLIVEIRA IM, FERNANDES RM, CUSTÓDIO L, SIQUEIRA GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle?. **Livestock Science**. 204:122–128.

ROTH, M.D.T.P, RESENDE, F.D.D, SIQUEIRA, G.R, FERNANDES, R.M, CUSTÓDIO, L, ROTH, A.P.D.T.P, CAMPOS, W.D.C.D (2013) Supplementation of Nellore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42(6), 447-455.

ROTTA, PP; PRADO, RM; PRADO, IN et al. Efeitos de grupos genéticos, nutrição, sistemas de terminação e gênero do gado brasileiro sobre as características da carcaça e a composição e aparência da carne: uma revisão. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, p.1718-1734, 2009.

SANTOS FILHO, C.D.; VALENTIM, J.K, MEDEIROS, S.L.S.; ALMEIDA, A.A, OLIVEIRA GC, SEVERINO ACS.A condição sexual influencia no desempenho e rendimento de carcaça de bovinos cruzados Angus x Nelore? **Vet. e Zootec.** 2022; v29: 001-010.

SANTOS, A.R.M.; CABRAL, C.H.A.; CABRAL, C.E.A.; BARROS, L.V.; PIRES, D.F.; ROSA, A.S.; ALVES, G.R.; COUTINHO, M.P.S. Energy supplementation as strategy of pasture management. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 44, e55761, 2022.

SCHELLER, S.; WILCZOK, T.; IMILSKI, S. Free radical scavenging by ethanolic extracts of própolis. **International Journal of Radiation Biology**, London, v.57, n.3, p.-465, 1990.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. (2012). Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. **Nutrients**, 4, 1989-2007; Doi:10.3390/nu4121989.

SCOLLAN, N.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; RICHARDSON, I.; MACKINTOSH, S.; HOCQUETTE, J.F.; MOLONEY, A. Improving the nutritional and health value of beef lipids and their relationship to meat quality **Meat Science**. 97 (2014), pp. 384 – 394.

SHINGFIELD, K.J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods **Animal**, 7 (suppl. 1) (2013), pp. 132-162.

SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J, C. S. Aspectos quantitativos da produção da carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; SANUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, p.1-68. 2008.

SILVA, C.S.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.; ARAÚJO, I.M.M.; DIFANTE, G. S.; ORRICO JUNIOR, M. A. P. Effects of different supplements on performance of steers grazing Mombaça guineagrass (*Megathyrus maximus*) during the dry period. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales JCR**, v. 10, p. 44-51, 2022.

SILVA, F.S. **Qualidade da carne de bovinos F1 Angus-Nelore, superprecoces de diferentes classes sexuais: uma abordagem transcriptômica e proteômica** / Jaboticabal, 2024 143 p.

SILVA, R.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.L.N.; CEZAR, M.F.; SILVA, A.M.S.; OLIVEIRA, N.S. 2010. The effect of supplementation on the tissue composition of the commercial cuts of cross-bred F1 (Boer × SPRD) finished in native pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 1353-135

SILVA, V. L. DA; FREITAS, P. V. D. X. DE; CAETANO, G. A. DE O.; FRANÇA, A. F. DE S. Cana energia e produção de silagem como estratégia para alimentação animal. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 27, p. 1–13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.507>.

SILVA, Y.R.V.B; ZERVOUDAKIS, J.T; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K; ABREU, M.L.C; DA SILVA CABRAL, L.; DA FREIRIA, L.B; E SILVA, P.I.J.L.D.R; POSSAMAI, A.J Suplementação com diferentes perfis proteicos para bovinos de corte em pastagem suplementados com pastagens tropicais durante a estação de transição chuva-seca. **Trop Anim Health Prod**. 2021, 53, 29. [ Google Acadêmico ] [ CrossRef ] [ PubMed ].

SILVA-MARQUES, RP; ZERVOUDAKIS, JT; NAKAZATO, L.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, LK; CABRAL, LS; MATOS, NBN; SILVA, MIL E FELICIANO, AL. (2019). Populações microbianas ruminais e características de fermentação em bovinos de corte em pastejo de forragem tropical na estação seca e suplementados com diferentes níveis de proteína. **Current Microbiology** 76:270-278. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01631-w>

SIMIONI, F.L. **Própolis como aditivo alimentar para bovinos de corte**. Fabiano Luís Simioni. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2011.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Exp Biol Med.** 2008; 233:674–88. Doi:10.3181/0711-mr-311.

STAHLHÖFER M.; VALENTE, É. E. L.; BARROS, L. V. DE; DAMASCENO, M. L.; BARBIZAN, M.; MELO, B. V. R.; ARNDT, S. N. DOS S.; SILVA, S. S.; Influence of energy supplementation on associative effects in Nelore bulls on a tropical pasture during the rainy season. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2585-2598, 2021.

TAMBARA, AAC; HÄRTER, CJ; RABELO, CHS; KOZLOSKI, GV Efeitos da suplementação na produção de gado de corte em pastagens tropicais no Brasil durante as estações chuvosa e seca: uma meta-análise. **Rev. Bras. Zootec.** 2021, 50, e20210020. [ Google Acadêmico ] [ CrossRef ]

TORAL, P. G., MONAHAN, F. J., HERVAS, G., FRUTOS, P., & MOLONEY, A. P. (2018). Review: Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. challenges and opportunities. **Animal**, 12(s2), S272–S281. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001994>.

USDA - ESTADOS UNIDOS. **Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Production, supply and distribution (PSD): custom query**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 27.junho. 2025.

VAHMANI, P.; ERIC N. PONNAMPALAM, E.N.; KRAFT, J.; MAPIYE, C. BIRMINGHAM, E.N.; WATKINS, P.J.; PROCTOR, S.D.; DUGAN, M.E.R. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review, **Meat Science**, Volume 165, 2020, 108114, ISSN 0309-1740. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108114>

VAHMANI, P.; MAPIYE, C.; PRIETO, N. et al. A possibilidade de manipulação do teor de ácidos graxos poliinsaturados da carne bovina: uma revisão. **J Animal Sci Biotechnol** 6, 29 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0026-z>.

VAN SOEST, PJ **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2<sup>a</sup> ed.; Cornell University Press: Ithaca, NY, EUA, 1994. [ Google Scholar ]

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; FREITAS, A.K.; PEIXOTO, L.A.O.; CARRILHO, C.O. Características de carcaça e da carne de novillos superprecoces de três grupos genéticos, gerados por fêmeas de Dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 1973-1982, 2002.

VESTERGAARD, M.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscle of young bulls. **Meat Science**, v.54, p.177-185, 2000.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**. 39, 21– 32.

### **III OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Avaliar o efeito dos níveis crescentes de suplementação sobre as características da carcaça e da carne de novilhas mestiças nelore/angus terminadas em pasto.

### 3.1. Objetivos específicos

Avaliar os possíveis efeitos da suplementação com diferentes níveis de proteína, sobre:

- As características quantitativas da carcaça das novilhas.
- Os parâmetros físico-químicos do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas;
- A composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas.

## IV HIPOTHESES

- A suplementação alterar os parâmetros físico-químicos da carne das novilhas suplementadas com níveis crescentes de suplementação e decrescentes de proteína.
- Suplementação pode interagir com o recurso basal (pasto) e influenciar a qualidade da carne por meio de alterações no perfil de ácidos graxos

## V MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo de estudo foi conduzido em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre pesquisas com o uso de animais, adotada pelo Conselho Nacional de Controle Experimental (CONCEA), e foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada em Itapetinga, Bahia, Brasil.

### 5.1. Área experimental, animais e instalações

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Zootecnia de Itaju do Colônia (EZICO), situada às margens da rodovia Itapé/Itajú do Colônia, na interseção das coordenadas 15°08'S e 39°03'WGr, a 15 km da sede do município de Itajú do Colônia e a 35 km de Itapé, na região litoral sul da Bahia, com clima quente úmido e precipitação superior a 750 mm e inferior a 1250 mm anuais. A etapa de campo teve duração de 266 dias, tendo início 30/07/2023 e finalizado em 21/04/2024, divididos em 9 períodos de 28 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais e ao manejo

Foram utilizados 44 bovinos de cruzamento industrial (Nelore/Angus), fêmeas, com peso corporal médio de 260,47kg  $\pm$  17,84kg, compreendendo as fases de recria e terminação, sendo utilizada uma área de 21 hectares, dividida 4 módulos de 4 piquetes, totalizando 16 piquetes de aproximadamente 1,31 hectares cada, formados por *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, providos de cochos com duplo acesso, sem cobertura, com dimensionamento linear de 80 cm/animal e bebedouros com capacidade para 500 litros de água e abastecimento automático.

### 5.2. Estratégias, dietas e manejo animal

Ao início do período de adaptação, as baias foram enumeradas, os animais identificados com brincos, desverminados contra ecto e endoparasitas (CYDECTIN<sup>®</sup>) e vacinados contra clostridioses (SINTOXAN<sup>®</sup>) e, após sorteio, foram distribuídos nos tratamentos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 11 repetições. Os tratamentos consistiram em níveis crescentes de suplementação com

base no % PC dos animais (0,2% PC, 0,3% PC, 0,4% PC, 0,5% PC). O suplemento foi fornecido diariamente pela manhã, próximo às 10 horas.

### 5.3. Composição e análises da dieta

As dietas foram formuladas segundo o NRC (1996) para atender às exigências nutricionais dos animais e para proporcionar ganhos de 0,500 a 0,800 kg/dia-1 em uma dieta isoproteica, formulada com milho, farelo de soja, ureia e mistura mineral. A composição percentual do concentrado da dieta experimental encontra-se dispostas na (tabela 5).

**Tabela 5.** Participação dos ingredientes na dieta experimental (g/kg de MS).

Ingredientes	Níveis de suplementação (% PV)			
	0,2	0,3	0,4	0,5
Milho	49,22	68,86	80,06	86,33
Soja	31,34	19,08	11,30	6,77
Ureia	13,91	8,39	5,91	4,50
Sal mineral <sup>1</sup>	5,53	3,67	2,73	2,4
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

<sup>1</sup>Níveis de Garantia: Cálcio(máximo)185g/kg; Cálcio(mínimo) 160g/kg; Fósforo(mínimo) 80g/kg; Sódio(mínimo) 107g/kg; Enxofre(mínimo) 12g/kg; Magnésio(mínimo) 5000mg/kg; Cobalto(mínimo) 107mg/kg; Cobre(mínimo) 1300mg/kg; Iodo(mínimo) 70mg/kg; Manganês(mínimo) 1000mg/kg; Selênio(mínimo) 18mg/kg; Zinco(mínimo) 4000mg/kg; Flúor(máximo) 800mg/kg.

Antes das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, secas em estufa ventilada a 65°C, por 72 horas, e processadas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha 1 mm e sequencialmente foi realizada as análises de composição dos ingredientes da dieta conforme metodologia de (Detmam et al. 2012).

### 5.4. Abate dos animais

Decorridos 266 dias, os animais foram embarcados. Ao final do experimento e antes do embarque para o frigorífico, os animais foram pesados para a obtenção do peso corporal de abate (PCA) após jejum de sólidos de 16h e, abatidos seguindo o procedimento e o fluxo normal do frigorífico e das normas estabelecidas pela instrução normativa n° 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

No final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), sendo identificadas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24h, à temperatura em torno de  $0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Com esse peso foi calculado o rendimento de carcaça quente  $[(RCQ = (PCQ/PCA) \times 100)]$ . As amostras para a realização das análises foram coletadas, identificadas e acondicionadas em embalagens plásticas para posterior avaliação em laboratório.

### 5.5. Composição físico-química da carne

A espessura de gordura foi analisada utilizando um paquímetro digital, sendo realizada 3 mensurações em cada corte e as medidas foram aferidas no terço lateral da porção da amostra do músculo *longissimus dorsi*, após completo descongelamento destas.

A capacidade de retenção de água (CRA %) foi determinada através do método de CRA com centrífuga de acordo a metodologia descrita por Nakamura & Katoh (1985), utilizando-se 1g do músculo moído, embaladas em papel filtro e centrifugadas em uma centrífuga não refrigerada da DAIKI a 1500 G, por um período de 4 minutos. Após a centrifugação, a amostra foi pesada e, em seguida, colocada na estufa a  $70^{\circ}\text{C}$ , durante 12 horas. Após a secagem, esperou a amostra esfriar no dessecador e realizou a pesagem, na sequência a CRA foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{CRA (\%)} = \frac{\text{Peso da amostra centrifugada} - \text{peso da amostra seca}}{\text{Peso inicial da amostra antes da centrifugação}}$$

As determinações das perdas por cocção foram realizadas com amostras do lombo esquerdo, sendo seccionado transversalmente em três amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura.

As amostras foram pesadas em balanças semianalíticas da Tecnal B-TEC-2109, embaladas em papel alumínio e postas sob cocção em chapa aquecedora 0313F21 da Quimis, pré-aquecida a uma temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ . Ao atingir  $35^{\circ}\text{C}$ , as amostras foram viradas e mantidas na chapa até a temperatura do centro geométrico, atingir  $72 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , monitorada com auxílio de um termômetro digital de ponta. Depois de retiradas do papel alumínio, ainda com temperatura superior a  $70^{\circ}\text{C}$ , as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final da amostra indicou a perda de peso por cocção em gramas, de acordo recomendado por Duckett et al., (1998).

A textura objetiva ou força de cisalhamento dos músculos foi determinada de acordo com metodologia descrita por Wheeler et al., (1995), através do equipamento analisador de textura TA.HD Plus (Stable Micro Systems, UK) equipado com uma célula de carga de 50kg. As seguintes condições experimentais foram selecionadas para todos os ensaios de TPA: velocidade de pré-teste: 1,5 mm/s, velocidade de teste: 1,0mm/s, velocidade de pós-teste: 10mm/s, 100% de deformação e taxa de aquisição de dados de 200 pontos por segundo. Força de cisalhamento registrada pelo aparelho (TA.HD Plus) acoplado a um acessório Warner Bratzler, medido a força máxima, expressa em kgf.

Para fins de determinação da cor, foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus*. Para aferição da coloração, as amostras foram previamente retiradas das embalagens e expostas ao ambiente durante 30 minutos, para oxigenação delas. As leituras das coordenadas de cor foram realizadas pelo colorímetro (KONICA MINOLTA, modelo CR- 400), operando no sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), sendo  $L^*$  a luminosidade, variável do preto (0%) ao branco (100%);  $a^*$  a intensidade da cor vermelha, variável do verde (-a) ao vermelho (+a); e  $b^*$  a intensidade da cor amarela, variável do azul (-b) ao amarelo (+b). Foram realizadas três medições em diferentes pontos do músculo, utilizando-se os valores médios para representação da coloração.

As análises de umidade e cinzas foram realizadas conforme técnicas da (AOAC, 2010). Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente, 3,0000g ( $\pm 0,0001$ g) de carne, adicionados em cadinhos e levados a estufa a uma temperatura de 100 a 105°C por 4 h. Decorrido esse período, as amostras foram retiradas e colocados em dessecador durante 30 minutos, com posterior pesagem.

A determinação da matéria mineral foi obtida de acordo ao método gravimétrico 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, colocados no dessecador durante 30 minutos com posterior pesagem.

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

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

### 5.6. Extração de lipídios totais do concentrado e forragem

Para extração da matéria graxa do concentrado e do pasto e, para a determinação do perfil em ácidos graxos, foi utilizada a metodologia adaptada de Floch et al., (1957). O teor de umidade foi corrigido para 80%. Os teores dos ácidos graxos estão apresentados na (tabela 6).

**Tabela 6.** Composição e ácidos graxos (%) dos suplementos e da forragem de Mombaça período experimental.

Ácido Graxo	Níveis de suplementação (% PC/dia)				Forragem
	0,2	0,3	0,4	0,5	
C12:0	0,00	0,00	0,00	0,00	2,07
C14:0	0,41	0,65	0,60	0,38	2,38
C15:0	0,03	0,03	0,06	0,03	0,47
C16:0	15,72	17,89	14,76	15,75	20,28
C17:0	0,13	0,18	0,16	0,22	0,23
C18:0	3,58	3,84	3,53	3,77	2,77
C20:0	0,80	0,99	0,58	0,57	0,46
C22:0	0,50	0,70	0,60	0,40	1,20
C14:1	0,20	0,22	0,25	0,16	0,11
C16:1	0,15	0,15	0,08	0,16	0,11
C17:1	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
C18:1n9t	0,03	0,02	0,04	0,04	0,04
C18:1n9c	23,69	23,85	22,00	22,49	3,69
C20:1	0,16	0,25	0,27	0,15	0,00
C24:1	0,020	0,022	0,021	0,012	0,000
C18:2n6t	0,070	0,030	0,0412	0,0267	0,0185
C18:2n6c	26,57	25,35	29,80	25,07	9,48
C18:3n3					28,98
C20:3n6	0,01	0,015	0,012	0,01	0,01

### 5.7. Extração dos lipídeos totais da carne

A extração da fração lipídica foi feita com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), de acordo com metodologia descrita por Bligh & Dyer (1959), no qual 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. Após agitação por 5 minutos, foram adicionados mais 15 mL de clorofórmio, agitados por mais 2 minutos e acrescidos 15 mL de água destilada e agitado novamente por mais 5 minutos. Posteriormente, o homogeneizado foi filtrado por meio de um filtro de papel Whatman n° 1 acoplado em um funil Buchner usando pressão a vácuo.

Após a filtração, foi adicionado ao resíduo mais 10 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Realizou-se uma nova filtração fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado obtido 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°).

O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio. A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídios determinado gravimetricamente. O resíduo restante foi acondicionado em microtubos tipo eppendorf.

### **5.8. Transesterificação dos triacilgliceróis**

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Bonnon et al., (1982). Pesou-se aproximadamente 150 mg de lipídios 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<sup>-1</sup> 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.

### **5.9. 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 (100m, 0,25mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min<sup>-1</sup> para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL.min<sup>-1</sup> para o gás auxiliar (N<sub>2</sub>) e 400 mL.min<sup>-1</sup> 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®.

### 5.10. 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 linoleico (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:

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

#### Em que:

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

A<sub>23:0</sub>= área do tricosanoato de metila;

C<sub>x</sub>= concentração de ésteres metílicos de ácidos graxos;

A<sub>x</sub> = área do éster metílico de ácido graxo; e

C<sub>23:0</sub>= concentração tricosanoato de metila;

A quantificação de ácidos graxos da carne *in natura* em mg. g<sup>-1</sup> de lipídios totais foi realizada utilizando o padrão interno tricosanoato de metila (23:0) (Sigma, EUA). Após a pesagem dos lipídios (~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<sup>-1</sup>). 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 lipídios totais (LT).

### 5.11. Avaliação da qualidade nutricional dos lipídios da carne *in natura*

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 a determinação dos índices de  $\Delta-9$  dessaturase, conforme as equações propostas por Bichi et al., (2012) e Malau-Aduli et al., (1997):

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 14 = \frac{C14:1}{C14:1 + C14:0}$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 16 = \frac{C16:1}{C16:1 + C16:0}$$

$$\Delta-9 \text{ dessaturase } 18 = \frac{C18:1}{C18:1 + C18:0}$$

### **5.12. 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 P.A. 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 P.A, 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  $\mu\text{m}$  sendo acondicionadas em microtubos tipo eppendorf sob refrigeração para posterior análise por cromatografia líquida.

### **5.13. Determinação e quantificação do colesterol por HPLC**

Para a determinação do colesterol utilizou-se um cromatográfico líquido de alta eficiência (HPLC) (Shimadzu) equipado com desgaseificador (DGU – 20 A5) e quatro bombas (LC-20 AT com detector UV-Visível (SPD – M20A). A coluna analítica utilizada foi uma C18 (150 mm x 4,6mm x 3,5  $\mu\text{m}$ ). A fase móvel constitui-se de acetonitrila e isopropanol (85:15), na vazão de 2 mL/min, sendo o tempo de análise de 15 minutos. Os cromatogramas foram processados a 202nm. 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).

#### **5.14. Análises estatísticas**

A análise estatística foi realizada utilizando o SAS. Os dados foram filtrados quanto a presença de outliers e testadas a normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância. Quando não normais, os dados foram transformados por meio da raiz inversa. As variáveis dependentes foram submetidas à análise de variância, com desdobramento dos contrastes polinomiais ortogonais para ajustes lineares ou quadráticos, com os níveis de suplementação (0,2, 0,3, 0,4 e 0,5% do PV. Considerou-se o nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ) e de tendência significativa entre 5% e 10% ( $0,05 > P < 0,10$ ) de probabilidade.

## VI RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Consumo de nutrientes

Houve incrementos ( $P < 0,05$ ) nos consumos de matéria seca (MS) total e do suplemento com aumento do nível de suplementação na dieta das novilhas, entretanto não verificamos efeitos ( $P > 0,05$ ) do nível de suplementação sobre o consumo de MS de forragem e no consumo de energia metabolizável (Tabela 7).

**Tabela 7.** Consumo de nutrientes das novilhas suplementadas em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Consumo (kg/dia)	Níveis de suplementação (% PC <sup>1</sup> )				EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>	
	0,2	0,3	0,4	0,5		L	Q
CMST <sup>4</sup>	7,0	7,4	7,5	9,2	0,2949	0,0079 <sup>a</sup>	0,2479
CMSF <sup>5</sup>	6,3	6,5	6,3	7,6	0,2134	0,1057	0,2488
CMSS <sup>6</sup>	0,6	0,9	1,2	1,6	0,1016	0,0001 <sup>c</sup>	0,6588
EM/Mcal <sup>8</sup>	17,44	18,40	17,74	21,47	0,698	0,0664	0,3117

<sup>1</sup>Peso corporal; <sup>2</sup>Erro padrão da média, <sup>3</sup>Valor de probabilidade, L- Linear Q- Quadrática; <sup>4</sup>Consumo de matéria seca total; <sup>5</sup>Consumo de matéria da forragem; <sup>6</sup>Consumo de matéria seca do suplemento; <sup>7</sup>Consumo de carboidratos não fibrosos; <sup>8</sup>Consumo de energia metabolizável.

O consumo de MS total das novilhas foi incrementado possivelmente devido ao incremento observado no consumo de MS do suplemento, uma vez que o consumo da forragem não foi alterado, portanto não houve efeito substitutivo. A maior disponibilidade de suplemento concentrado no cocho estimulou a ingestão pelos animais fato também observado por (Lins et al., 2022). Machado et al., (2012) também constataram que o aumento do nível de suplementação influenciou apenas no consumo de matéria seca sendo maior conforme o aumento de oferta do suplemento concentrado.

A disponibilidade de MS total do pasto de 4.867 kg/ha, foi superior aos 4.500 kg/ha recomendados por Paulino et al., (2008). Assim essa oferta de forragem, associado à quantidade de MS verde e predita pela MS potencialmente degradável manteve com valores médios de 3.837 kg/ha e 3.668 kg/ha, respectivamente. Isso possivelmente possibilitou maior seletividade das folhas e componentes com maior percentual de nutrientes (Barroso et al., 2024).

O consumo de EM representa a quantidade de nutrientes totais disponíveis para o animal, e influencia diretamente o desenvolvimento muscular e a deposição de

gordura na carcaça. Nesse estudo não foi influenciando pela suplementação e corroborando com esse estudo, Stahlhöfer, et al., (2021), também não observaram diferença no consumo de NDT com o uso da suplementação energética.

## 6.2. Características quantitativas da carcaça

Não houve influencia ( $P>0,005$ ) dos planos nutricionais no peso Corporal ao abate, peso de carcaça quente e no rendimento de carcaça quente (Tabela 8). A semelhança no peso corporal ao abate dos animais influenciou os resultados observados nas características avaliadas.

O peso médio de carcaça (13,23 @ ou 198,45 kg) está próximo dos padrões exigidos pela indústria frigorífica (mínimo de 15@ ou 225 kg), que visa animais jovens e com carcaça de boa qualidade. Para o rendimento de carcaça, foi observado valor médio de 49,61%, dentro do encontrado na literatura para animais mestiços que varia de 45 a 50%.

**Tabela 8.** Características quantitativas da carcaça das novilhas suplementadas em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Variáveis	Nível de suplementação (%)				EPM <sup>1</sup>	P- Valor <sup>3</sup>		
	PC/dia)					Eq <sup>2</sup>	L	Q
	0,2	0,3	0,4	0,5				
PCA <sup>4</sup>	392,70	397,10	393,60	416,40	6,154	Y=399,95	0,2309	0,4630
PCQ <sup>5</sup>	194,20	197,11	196,01	206,51	3,238	Y=198,45	0,2294	0,5661
RCQ <sup>6</sup>	49,45	49,65	49,82	49,54	0,216	Y=49,61	0,8233	0,5929
EGS <sup>7</sup> (mm)	5,00	4,95	5,76	6,63	0,130	1	0,0031	0,3720

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); <sup>4</sup>Peso corporal ao abate; <sup>5</sup>Peso de carcaça quente; <sup>6</sup>Rendimento de carcaça quente; <sup>7</sup>Espessura de gordura subcutânea  $1 = 3,72X + 3,37$ .  $R^2 0,81$ .

Observa-se que as estratégias interferiram os valores de espessura de gordura subcutânea (EGS) ( $P<0,005$ ). Houve um efeito linear crescente com o aumento do nível de suplemento. Esse efeito pode ser atribuído ao aumento do nível de suplementação, que elevou o conteúdo energético da dieta. Estudo de Restle et al., (2001) mostrou que a espessura de gordura das carcaças aumentou, à medida que se elevou o nível de suplementação energética

Sabe-se que as perdas ao resfriamento das carcaças têm influência da camada gordura que reveste a carne, sendo assim, os valores encontrados estão dentro da faixa

considerada ideal. Os frigoríficos brasileiros exigem no mínimo acabamento mínimo de 3 mm de EGS (Ribeiro et al., 2004).

Carcaças com ausência ou baixa gordura subcutânea podem apresentar efeitos negativos na qualidade da carne (desde na perda por cocção, na cor, na maciez, e perdas do resfriamento (Blanco et al., 2020).

Segundo Martins et al., (2000), as perdas ao resfriamento podem ainda ser influenciadas por outros fatores como: temperatura e umidade relativa da câmara fria.

Além disso, Pacheco et al., (2023) relataram em uma meta-análise recente que carcaças com cobertura de gordura entre 3-6 mm tendem a ter mais gordura intramuscular e produzir carne mais macia, sendo mais bem aceitas pelos consumidores.

### **6.3. Parâmetros físico-químicos da carne das novilhas**

Os parâmetros físico-químicos, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, do músculo *Longissimus dorsi*, não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos níveis crescentes de suplementação. Essas características são influenciadas pela dieta, que não foi suficiente para alterar essas características, sendo verificada diferença apenas na coloração da carne que teve um efeito linear crescente para a luminosidade com valores entre 15,97 e 22,57 (Tabela 8). Uma avaliação interessante para melhor apreciação e discussão dos resultados seria a mensuração do pH, porém não foi possível realizar essa avaliação nesse estudo.

Os Valores de cor observados nesse estudo foram abaixo dos valores relatados na literatura. Em trabalho de revisão, Muchenje et al. (2009) descreveram que, em bovinos, as médias de luminosidade variam entre 33,2-41,0, as médias de cor vermelha entre 11,1-23,6 e as médias de cor amarela, entre 6,1-11,3. Em bovinos jovens, Abularach et al. (1998) classificaram carnes escuras quando  $L^*<29,68$  e carnes claras quando  $L^*>38,51$ . Esse resultado é importante, pois a coloração é a primeira característica observada pelo consumidor no momento da compra (Amatayakul-Chantler et al., 2013).

Essa luminosidade ( $L^*$ ) é influenciada pela umidade da carne. Assim, como houve variação nessa característica, provavelmente contribuiu para o aumento na luminosidade. A quantidade de água na carne pode afetar a reação mioglobina com o oxigênio formando a oximioglobina, que confere à carne uma cor vermelha brilhante,

pois a umidade pode influenciar a forma como a luz interage com a carne e, portanto, sua aparência (Bertol, 2019).

A capacidade de retenção de água (CRA) e a perda de peso por cocção (PPC) do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas não foram alterados ( $P>0,05$ ) com o uso dos níveis crescentes de suplementação, cujas médias foram de 68,28 e 36,75%, respectivamente (Tabela 9). A capacidade de retenção de água está dentro dos valores encontrados na literatura para carne bovina, variando de 68 a 75% (Naqvi et al., 2021). A capacidade de retenção de água apresenta-se como um parâmetro muito importante na avaliação de qualidade de carne, por estar relacionada com as características de cor, textura, consistência, suculência e maciez da carne cozida.

**Tabela 9.** Parâmetros físico-químicos da carne das novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Variáveis	Nível de suplementação (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	PC/dia)					Eq <sup>2</sup>	L	Q
	0,2	0,3	0,4	0,5				
Luminosidade (L*)	15,97	22,94	20,50	22,57	0,97	Y <sub>1</sub>	0,0293	0,1788
Teor vermelho (a*)	9,34	9,00	8,93	8,85	0,28	Y=9,04	0,542	0,8303
Teor amarelo (b*)	8,99	10,05	9,04	9,46	0,25	Y=9,36	0,8564	0,5294
PPC <sup>4</sup>	36,94	36,25	36,84	36,92	0,46	Y=36,75	0,9027	0,6925
CRA <sup>5</sup>	68,73	71,68	71,95	71,16	0,46	Y=68,28	0,0082	0,1133
FC <sup>6</sup>	5,86	5,66	5,78	5,85	0,06	Y=5,36	0,9043	0,3062

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática); <sup>4</sup>Perda de peso por cocção; <sup>5</sup>Capacidade de retenção de água; <sup>6</sup>Força de cisalhamento  $Y_1=3,1179-0,6903X+0,1181X^2$ ;  $R^2 = 0,95$ .

Essa variável é importante e favorável à manutenção da qualidade da carne, pois carnes com maior CRA implicam menores perdas pela água liberada via exsudação, resultando em menores perdas durante o armazenamento, transporte e comercialização contribuindo para maior maciez e suculência (Monte et al., 2012).

A PPC tem alta correlação com o pH final da carne e com a CRA, assim quanto maior for a capacidade de a água ficar retida na carne menor será a PPC. Nesse sentido, a ausência de alteração na CRA nesse estudo explica o comportamento da PPC.

Esse parâmetro é uma medida que correlaciona com a suculência da carne e consequentemente tem uma forte relação com a quantidade de fluido liberado no cozimento, logo, é desejável menor PPC. As perdas podem ocorrer durante o cozimento por intermédio de fatores como a fusão de gordura e desnaturação de proteínas, os quais pode facilitar a liberação da água presa e em função do encolhimento da fibra muscular,

que provoca alterações nas estruturas do músculo com diminuição da capacidade de retenção de água (Tornberg, 2005; Vieira et al., 2009).

A força de cisalhamento não teve diferença entre as estratégias de suplementação com valor médio de 5,36 kgf. Para se considerar uma carne bovina como macia, a força de cisalhamento deve apresentar valores de até 5 kgf segundo Luchiari Filho (2000). No entanto, foi reportado que o limite que separa a carne macia da dura, está entre 4,5 e 6,0 kgf/cm<sup>2</sup> (Lawrie, 2004; Rubiano et al., 2009).

Ambos os tratamentos apresentaram uma carne de maciez moderada, cuja relação pode ser interligada com o sexo dos animais, uma vez que as novilhas apresentam melhores atributos de qualidade do que os touros e novilhos (Reddy, et al., 2015). O sexo do animal tem um considerável impacto sobre a qualidade da carne bovina carcaça. Quando comparado com carcaças de novilhas, machos apresentam carcaças mais pesadas porem com menor teor de gordura e mais tardios no acabamento. (Bonfatti et al., 2013; Moloney; Mcgee, 2017).

Além desses fatores de ordem *ante-mortem*, já citados, e o estresse antes do abate, fatores *post-mortem* como estimulação elétrica, rigor-mortis, resfriamento da carcaça, maturação e pH final da carne (Koochmaraie et al., 2002; Roça, 2006), também podem alterar a maciez da carne.

#### 6.4. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi*

Os valores de proteína bruta e lipídios totais (Tabela 10) do músculo *Longissimus dorsi* não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos planos nutricionais. Houve alteração ( $P<0,05$ ), um efeito linear crescente apenas para umidade e efeito quadrático para a matéria mineral, com ponto de mínimo ao nível de (0.23%) de suplementação.

**Tabela 10.** Composição centesimal e teor de colesterol do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação

Variáveis	Nível de suplementação (% PC/dia)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0,2	0,3	0,4	0,5		Eq <sup>2</sup>	L	Q
Lipídeos totais	3,47	3,52	3,76	4,17	0,200	Y=3,73	0,2034	0,659
Umidade	73,86	74,81	75,60	76,02	0,370	1	0,0318	0,718
Cinzas	1,03	0,98	1,00	1,04	0,011	2	0,6178	0,0309
Proteína Bruta	15,18	15,47	15,30	15,27	0,150	Y=15,30	0,9474	0,6055
Colesterol	36,11	38,15	41,03	46,02	0,902	3	<.0001	0,2845

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática).

1Y= 0,7278X + 73,26. R<sup>2</sup>=0,97; 2Y= 0,0248X<sup>2</sup> - 0,119X + 1,125. R<sup>2</sup>=0,98; 3Y= 28.92X +32,57. R<sup>2</sup>=0,46.

Como já mencionado, essa alteração na umidade tem relação com a alteração observada na luminosidade da carne. Os teores médios de umidade, proteína, cinzas e lipídios totais da carne, foram de 75,10, 15,30, 1,01, e 3,74%, respectivamente. Segundo Huff-Lonergan e Lonergan (2005), a carne contém aproximadamente 75% de água, 20% de proteína, 1% de minerais e 5% de lipídios, logo a proteína e a gordura foram inferiores ao descrito na literatura.

A porcentagem de umidade depende do total de lipídios no músculo *Longissimus*, porque a gordura é pobre em água, já a porcentagem de cinzas muda pouco em função das dietas (Rotta et al., 2009), logo, como o teor de gordura da carne teve um aumento numérico, assim a umidade apresentou em leve acréscimo.

Para lipídeos totais não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, apresentando uma média de (3,74%). Segundo Rodrigues et al., (2004), o teor de gordura na carne é de 3 a 5%, nesse sentido, a quantidade de gordura na carne está dentro na faixa desejada, com isso, diante da busca dos consumidores por alimentos saudáveis, conseqüentemente buscam reduzir o consumo total de gordura.

Segundo Padre et al., (2007); Osório et al., (2013) e Abdallah et al., (2019), de uma forma geral, o baixo teor de lipídeos totais na carne, tem relação com a idade de abate e o acabamento da carcaça, pois os nutrientes ingeridos por esses animais são convertidos na formação da sua estrutura física, de ossos e tecidos.

O teor médio de colesterol da carne das novilhas foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelas estratégias de suplementação (Tabela 09), apresentando uma média de 40.33 mg/100g. Estudos de (Barroso et al., 2024; Devia et al., 2024; encontraram valores de 34.56 mg/100g e 43.53 mg/100g, respectivamente. Tais resultados estão de acordo com os encontrados na literatura que segundo Kazama et al., (2008), varia de 25 a 55 mg de colesterol/100g de carne. Garcia et al., (2008) relatam 40,3 e 45,8 gramas de colesterol/100 gramas de tecido em novilhos criados em pasto e confinamento, respectivamente. Estudos demonstraram que raça, nutrição e sexo não afetam a concentração de colesterol do músculo bovino D'Aurea et al., (2018), mas está altamente correlacionado com as concentrações de gordura, principalmente a intramuscular (Rule et al., 2002). À medida que os níveis de gordura aumentam, também aumentam as concentrações de colesterol por grama de tecido (Alfaia et al., 2007). Assim, o aumento no teor de energia oriunda da dieta pode ser uma explicação para o aumento do teor de colesterol da carne. Segundo Rule et al., (1997), modificação

na distribuição de fosfolipídios na membrana celular, pode, assim, haver uma alteração em sua deposição do colesterol.

É pertinente salientar que uma concentração equilibrada de colesterol na dieta é essencial, pois atua como uma molécula precursora na síntese de vitamina D, hormônios esteroides (cortisol e aldosterona e andrógenos adrenais) e hormônios sexuais (testosterona, estrogênios e progesterona) e é um constituinte dos sais biliares utilizados na digestão para facilitar a absorção das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K (Di Ciaula et al., 2017).

### 6.5. Total de ácidos graxos da carne índices de dessaturase e qualidade nutricional

O total dos ácidos graxos saturados (AGS) identificados no músculo *Longissimus dorsi* das novilhas estão apresentados na (Tabela 11).

**Tabela 11.** Total de ácidos graxos saturados, do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

AGS (g/100g AGT)	Nível de suplementação (% PC/dia)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0,2	0,3	0,4	0,5		Eq <sup>2</sup>	L	Q
C12:0 <sup>4</sup>	0,08	0,09	0,08	0,06	0,005	Y=0,08	0,1248	0,1666
C14:0 <sup>5</sup>	3,05	3,33	3,12	3,19	0,081	Y=3,17	0,7707	0,5507
C15:0 <sup>6</sup>	0,34	0,32	0,33	0,33	0,006	Y=0,33	0,923	0,5716
C16:0 <sup>7</sup>	27,98	29,04	28,85	28,51	0,303	Y=28,59	0,6348	0,2754
C17:0 <sup>8</sup>	0,22	0,22	0,17	0,18	0,012	Y=0,20	0,2085	0,936
C18:0 <sup>9</sup>	22,05	18,82	18,99	21,34	0,522	1	0,6759	0,008
C20:0 <sup>10</sup>	0,04	0,04	0,04	0,03	0,002	Y=0,04	0,2388	0,3153
C22:0 <sup>11</sup>	0,03	0,05	0,04	0,02	0,003	2	0,3992	0,0181
ΣAGS	53,77	51,48	51,63	53,51	0,569	Y=52,60	0,9058	0,0791

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática);  
 $1Y = 1,212X^2 - 6,477X + 27,21$ .  $R^2 = 0,97$ ;  $2Y = -0,005X^2 + 0,0215X + 0,026$ .  $R^2 = 0,99$

Os resultados revelaram que a maioria dos AGS individuais não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pelos planos nutricionais, com exceção dos ácidos Esteárico (C18:0) e o Ácido Behênico (C22:0), que tiveram efeito quadrático, com ponto de mínimo a. A presença desses ácidos na carne está muito relacionada com o teor do mesmo ácido na dieta fornecida ao animal, fator que pode ter contribuído para esse efeito e também aos processos de biohidrogenação ruminal, uma vez que os ácidos graxos saturados são formados, principalmente, por meio desse processo que envolve isomerização e

saturação sequenciais realizadas, sobretudo, por bactérias do rúmen para moderar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos insaturados no crescimento das bactérias ruminais (Jenkins, et al., 2008 ; Toral, et al., 2018 ).

O teor total de AGS não foi afetado pelas estratégias de suplementação ( $P>0.05$ ), e apresentou uma média de (52.6%) do total de ésteres metílicos de ácidos graxos na carne, estando esse valor próximo aos (54.94 e 48.30%) relatados por Devia, et, al., (2024) e Mendes, (2013), respectivamente, ambos trabalhando com novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação.

No geral, a carne bovina alimentada com capim tem um perfil de AGS mais favorável ao consumo humano (Daley et al., 2010). Dos AGS da carne bovina, os ácidos Mirístico (C14:0), Palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), são os de maior representatividade 3.17%, 28.59% e 20.30%, respectivamente.

Sendo o ácido esteárico (C18:0) um ácido graxo de efeito neutro em relação aos efeitos no colesterol LDL plasmático (Leheska et al., 2008; Alfaia et al., 2009; Daley et al., 2010; Van Elswyk e Mcneill, 2014) e contém cerca de 3% a mais em animais alimentados em pastagem em comparação com a carne bovina terminada em grãos. Duynisveld et al. (2006) observou valores maiores de ácido esteárico para animais em pastejo, em relação aos outros grupos. Os teores desse estudo, corroboram que os observados por Cediél-Devia, et, al., (2024), 2.58%, 24.14% e 24.36 % do total de ésteres metílicos de ácidos graxos da carne. De forma geral, acredita-se que os AGS como um todo promovam inflamação e aumentem o colesterol total de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e a resistência à insulina. Isso é significativo, porque o colesterol LDL está relacionado à incidência de doenças coronárias (Billingsley et al., 2018; Daley et al., 2010; Van Elswyk e Mcneill, 2014), com isso, existe uma preocupação em sua redução. Nesse estudo, não foram observados influência dos planos nutricionais sobre estes.

Variações significativas ( $P<0,05$ ) nos teores de alguns AGMI da carne ocorreram com a utilização dos planos nutricionais (Tabela 12). Foram observadas diferenças nos ácidos graxos palmitoléico (C16:1), oleico (C18:1n9c), e erúcido (C20:1), conseqüentemente efetuou o somatório dos ácidos graxos monoinsaturados, que teve um efeito quadrático.

Nos ácidos graxos monoinsaturados, o C16:1 (Palmitoléico) teve um efeito crescente com as estratégias de suplementação ( $P<0,05$ ). A suplementação 0,5% do PC apresentou maior teor quando comparados com as demais estratégias), cujo fato pode

estar associado pela maior ação da enzima  $\Delta 9$  dessaturase 16 (Tabela 14). Pois, à medida que eleva o índice da enzima  $\Delta 9$  dessaturase 16, o teor de ácido palmitoléico também aumenta. O que corrobora com o observado no presente trabalho.

**Tabela 42.** Total de ácidos graxos monoinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

AGMI (g/100g AGT)	Nível de suplementação (% PC/dia)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0,2	0,3	0,4	0,5		Eq <sup>2</sup>	L	Q
C14:1	0,51	0,49	0,55	0,56	0,108	Y=0,52	0,2473	0,6757
C16:1	1,33	1,22	1,85	2,73	0,8271	1	<0,0001	0,0343
C17:1	0,63	0,74	0,73	0,75	0,1253	Y=0,71	0,1246	0,3173
C18:1n9c	40,14	42,64	41,92	39,38	3,0165	2	0,7781	0,0394
C18:1n9t	2,29	1,91	2,45	2,33	0,4037	Y=9,75	0,3853	0,4056
C20:1	0,44	0,52	0,51	0,46	0,0743	3	0,7905	0,0208
C24:1	0,07	0,08	0,08	0,08	0,0404	Y=0,08	0,7236	0,9831
AGMI	44,99	47,44	47,40	45,28	3,2372	4	0,877	0,0523

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática). Y: 2,793-12,3632x+24,5985x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,83) Y2: 29,4317 + 76,3139x - 111,06 (R<sup>2</sup> =0,96); Y3: 0,1207+ 2,265x - 3,1925x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>= 0,85) Y4: 33,44+80,67x -114,12x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>= 0,98)

O ácido oleico (C18:1n9c) apresentou efeito quadrático com ponto máximo estimado ao nível de 0.34 % de suplementação (Tabela 12). Esse efeito pode estar associado à ação da enzima  $\Delta$ -9 dessaturase 18, que foi maior e teve efeito quadrático, e esta, por sua vez, é responsável pela dessaturação do esteárico (C18:0) a ácido oleico.

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados encontrados na carne, o mais abundante foi o oleico (C18: 1n-9), 88.6%, sendo um dos mais importantes e desejáveis na carne. Esse valor está dentro dos teores citados na literatura que varia de (80.6% a 82%) do teor total de AGMI da carne (Pereira, 2015).

Kucevic et al., (2019) observaram que fêmeas tiveram significativamente maior teor de ácido oleico (C18:1) em comparação aos machos (42.75 – 44.98 g/100 g vs. 40.26–42.21 g/100 g).

Foi demonstrado que 30% do conteúdo de AG na carne bovina produzida convencionalmente é composto de ácido oleico (C18:1) (Whetsell et al., 2003), um AG monoinsaturado (AGMI) que provoca um efeito redutor do colesterol, entre outros atributos saudáveis, incluindo um risco reduzido de acidente vascular cerebral e uma diminuição significativa na pressão arterial sistólica e diastólica em populações suscetíveis, além de promover outros benefícios como supressor da expressão do gene Her-2/neu, um dos relacionados ao câncer de mama (Menendez et al., 2005).

O perfil de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas encontra-se na (Tabela 13). Não foram observadas influências ( $P>0,05$ ) dos planos nutricionais sobre os ácidos graxos poliinsaturados.

**Tabela 13.** Total de Ácidos graxos poliinsaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

AGPI (g/100g AGT)	Nível de suplementação (% PC/dia)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0,2	0,3	0,4	0,5		Eq <sup>2</sup>	L	Q
C18:2n6t <sup>4</sup>	0,25	0,26	0,28	0,32	0,347	Y=0,28	0,4457	0,3566
C18:2n6c <sup>5</sup>	0,13	0,13	0,13	0,17	0,1408	Y=0,14	0,1359	0,174
C18:3n6 <sup>6</sup>	0,04	0,04	0,04	0,03	0,0375	Y=0,04	0,4324	0,2923
C18:3n3 <sup>7</sup>	0,66	0,50	0,46	0,63	0,5595	Y=0,56	0,7782	0,1426
C18:2 c9 t11 <sup>8</sup>	0,11	0,12	0,12	0,10	0,1052	Y=0,11	0,5051	0,3024
C18:2 t10 c12 <sup>9</sup>	0,08	0,09	0,09	0,08	0,0872	Y=0,08	0,3520	0,3120
C20:3n6 <sup>10</sup>	0,09	0,11	0,10	0,10	0,1007	Y=0,10	0,906	0,6961
C20:4n6 <sup>11</sup>	0,04	0,06	0,05	0,05	0,0501	Y=0,05	0,3467	0,5186
C22:6n3 <sup>12</sup>	0,05	0,06	0,06	0,07	0,0595	Y=0,06	0,4319	0,8765
Não Identificados	0,36	0,4	0,42	0,33	0,3750	Y=0,37	0,5000	0,6750
AGPI	2,08	1,77	1,75	1,88	1,9733	Y=1,17	0,3021	0,1841

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática).

O ácido graxo de maior teor entre os AGPI foi o C18:3n-3, média de 0.56 %, sendo maiores nas pastagens em comparação às dietas com maior proporção de concentrado. No entanto, nesse estudo, não foi observado diferença entre as estratégias de suplementação. Mendes (2013); Pereira (2015); Devia, et, al., (2024) observaram que o aumento no nível de suplementação diminui o teor de ácidos graxos n-3 na carne.

Estudos de Lopes et al., (2011) apontam que as gramíneas proporcionam melhor perfil de ácidos graxos em relação ao confinamento, mas *Megathyrus maximus* destaca-se por altas proporções de ácidos graxos poliinsaturados (C18:3 cerca de 23 %).

Em relação ao sexo, Santana et al., (2023) observaram que o teor total de ácidos graxos poliinsaturados foi maior em machos, porém, um maior teor de ácidos graxos monoinsaturados foi observado em novilhas. Segundo Kang, Lee e Lee (2009), o "estado" hormonal do gado bovino influencia à distribuição de ácidos graxos nos músculos, e as fêmeas possuem genes mais favoráveis à distribuição de gordura.

Patino et al., (2015) observaram que gordura intramuscular de animais terminados em pastagem com nível moderado de suplementação, em comparação aos animais alimentados em confinamento, apresentou maior concentração de CLA, linolênico e n - 3, e menor relação n - 6 : n - 3 na gordura intramuscular. A carne bovina

alimentada com pasto pode exercer efeitos protetores contra uma série de doenças, desde câncer até doenças cardiovasculares (DCV), como evidenciados pelo aumento de AGPI ômega-3 funcional e diminuição de AG indesejáveis (Nogoy, et al., 2021).

A maior disponibilidade de C18:3n3 é interessante, pois, pode contribuir para um maior aporte para as bactérias ruminais realizarem o processo biohidrogenação, os quais podem elevar a concentração de ácidos graxos desejados para a saúde humana C18:1n9c, C18:2c9t11 e C18:2t10c12, que são isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA) (Glasser, et al., 2013).

Como a concentração de C18:1trans não apresentou efeito, o conteúdo total de ácido linoleico conjugado (CLA) não foi alterado. Mendes, (2013) também não verificou alteração com o aumento nos teores de concentrado. O CLA encontrado na carne de ruminantes é formado a partir de duas fontes: pela biohidrogenação incompleta do ácido linoleico por ação dos microorganismos ruminais ou pela síntese endógena nos tecidos através do ácido vacênico C18:1 trans-11. Com isso, o processo de biohidrogenação no rúmen não influenciou o CLA.

Contudo, é interessante mais estudos de estratégias para possibilitar o aumento da concentração do CLA e assim favorecer a qualidade nutricional dos produtos, pois como é de conhecimento, o CLA exerce várias propriedades fisiológicas potencialmente benéficas ao homem, incluindo atividades anti-carcinogênicas, anti-obesidade, anti-cardiovasculares e antidiabéticas (Fuke; Nornberg, 2016).

Sabe-se que os ácidos graxos poliinsaturados são desejados para uma alimentação saudável, porém, os ácidos graxos poliinsaturados classificados como essenciais são o linoleico (18:2n-6) e alfa linolênico (18:3n-3), ou seja, as células dos mamíferos não têm a capacidade de sintetizá-los e necessita ser ingeridos na alimentação, (Moreira et al., 2003).

Os índices de atividade dessaturase em músculos do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas foram influenciados ( $P < 0,05$ ) com o uso dos níveis crescentes de suplementação (Tabela 14). Os índices das enzimas  $\Delta^9$  dessaturase 16 e 18 apresentaram efeito linear e quadrático, respectivamente.

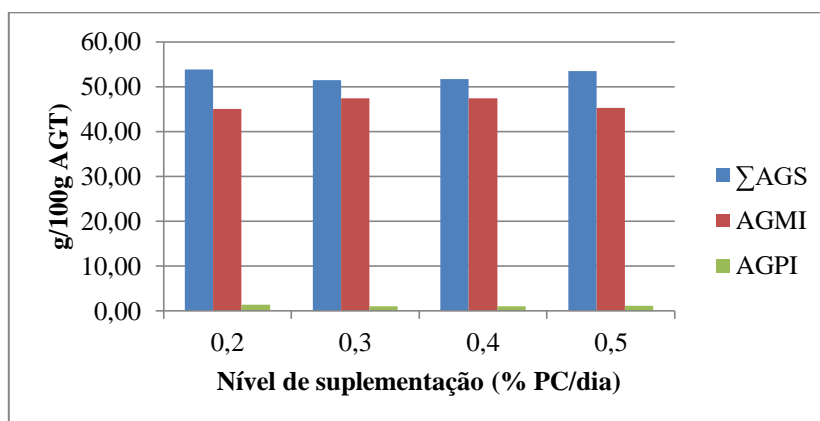
Esse índice de dessaturase influencia diretamente a conversão de ácidos saturados em monoinsaturados, sendo importantes para melhorar o perfil de ácidos graxos da carne. Dessa forma, as alterações observadas nesses índices de dessaturase explicam os resultados observados no ácido oleico e palmitoleico, fator que possibilitou as alterações nos ácidos graxos monoinsaturados.

**Tabela 5.** Índices de atividade dessaturase em músculos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Índices de dessaturase	Nível de suplementação (% PC/dia)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	0,2	0,3	0,4	0,5		Eq <sup>2</sup>	L	Q
D9:14	14,03	13,53	14,14	13,58	0,3208	Y=13,82	0,8032	0,9607
D9:16	4,57	4,05	6,01	7,85	0,4885	1	0,0062	0,1871
D9:18	6484	69,38	68,81	65,18	0,7983	2	0,9488	0,011

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática).  
 1Y=1,18X + 2,66. R<sup>2</sup> = 0,80; 2 Y= -2,04X<sup>2</sup> + 10,25X + 56,72. R<sup>2</sup> = 0,98

A suplementação proporcionou um efeito quadrático (P<0,05) na concentração dos AGMI, que proporcionou alteração no somatório dos ácidos graxos identificados na carne das novilhas. (Figura 5).



**Figura 5.** Somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) do músculo *Longissimus dorsi* novilhas suplementadas em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Entre os somatórios dos ácidos graxos presentes no músculo das novilhas, sob suplementação a pasto com teores crescentes de concentrado, os saturados (AGS) monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) corresponderam respectivamente, a 52.6%, 46.28% 1.17% do total dos lipídios. Com exceção dos AGPI que foi abaixo dos valores reportados na literatura, os demais valores de (48.30%, 46.25%, 5.44%) e (54.85%, 38.25%, 6.5%) corroboram com os observados por Mendes, (2013) e Pimentel, (2018).

Embora os AGPI tenham sido baixos e não tenham alterado os resultados encontrados, esse resultado é muito importante, pois aumentou a concentração de ácidos

graxos monoinsaturados AGMI considerados fundamentais, gerando influência direta na melhoria dos atributos de qualidade nutricional da fração lipídica da carne, uma vez que possibilita substituição dos ácidos graxos que contribui com o aumento do colesterol LDL por ácidos graxos hipocolesterolêmicos.

Os índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas submetidas aos planos nutricionais não foi alterada ( $P>0,05$ ) (Tabela 15).

Embora a literatura (Nogoy, et al., 2021), tenha observado que uso de dietas à base de concentrado diminui o nível de AG ômega-3 na carne, nesse estudo, o somatório dos ácidos graxos n-3 não teve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, fator que pode ter relação com a ausência de efeito dos ácidos poliinsaturados da família n-3 e ou a qualidade do pasto.

No estudo de Silva et al., (2021) foi observado que a carne de novilhos suplementados apenas com mistura mineral continha mais ácidos graxos n-3 em comparação com a de animais suplementados. Por outro lado, Devia et al., (2024) observou que a suplementação moderada reduziu os ácidos graxos n-3 totais e os isômeros do ácido linoleico conjugado na carne.

Uma possível causa para o baixo teor de ácidos graxos n-3 pode estar associada à baixa qualidade da forragem durante boa parte do período experimental. Segundo alguns estudos, a quantidade de ácidos graxos dos alimentos varia com o crescimento e a maturidade da planta, bem como com a proporção folha-caule (Boufaïed et al., 2003; Glasser et al., 2013). Dessa forma, esse fato pode ter influenciado a incorporação na carne.

A gordura total nas gramíneas é geralmente maior no início da primavera, antes de diminuir gradualmente ao longo da estação (Mir et al., 2006). Dessa forma, a quantidade n-3 diminui ao longo do tempo à medida que a qualidade do pasto diminui (Garcia et al., 2016).

Embora não tenha ocorrido alteração, 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-inflamatório redução da tendência trombótica do sangue, associado a uma menor ocorrência de doença cardíaca coronária em humanos (Costa 2008; EFSA, 2010).

A relação entre AGPI/AGS não teve diferença e apresentou valor médio fora dos padrões estabelecidos para nutrição humana que deve situar acima de 0.45 para AGPI/AGS (Wood et al., 2008).

**Tabela 15.** Índices de qualidade nutricional do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas suplementados em pastagens com níveis crescentes de suplementação.

Variáveis	Nível de suplementação (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	PC/dia)					Eq <sup>2</sup>	L	Q
	0,2	0,3	0,4	0,5				
AGMI:AGS <sup>4</sup>	0,85	0,92	0,93	0,86	0,0199	Y=0,89	0,854	0,0742
AGPI:AGS <sup>5</sup>	0,03	0,02	0,02	0,02	0,0016	Y=0,02	0,65	0,3751
AGD <sup>6</sup>	67,88	67,33	67,31	68,74	0,3104	Y=,82	0,378	0,1228
IA <sup>7</sup>	0,63	0,62	0,62	0,64	0,0124	Y=0,63	0,8643	0,7071
n3 <sup>8</sup>	0,65	0,62	0,57	0,66	0,0070	Y=0,63	0,3835	0,9398
n6 <sup>9</sup>	0,70	0,55	0,55	0,54	0,0913	Y=0,59	0,3467	0,5074
n3:n6 <sup>10</sup>	1,37	1,65	1,71	1,77	0,8324	Y=1,63	0,4444	0,0974
h/H <sup>11</sup>	1,49	1,52	1,52	1,49	0,0284	Y=1,51	0,9565	0,6432
IT <sup>12</sup>	2,19	2,07	2,14	2,19	0,0471	Y=2,15	0,8708	0,4287

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Equação de regressão; <sup>3</sup>Valor de probabilidade (L=Linear, Q= Quadrática).

<sup>4</sup>Razão ácidos graxos monoinsaturados: ácidos graxos saturados; <sup>5</sup> Razão ácidos graxos poliinsaturados: ácidos graxos saturados; <sup>6</sup>Ácidos graxos desejáveis; <sup>7</sup>Índice de aterogenicidade; <sup>8</sup>Índice de trombogenicidade; <sup>9</sup>Razão ácidos graxos hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico; <sup>10</sup>Somatório dos ácidos graxos ômega 6; <sup>11</sup>Somatório dos ácidos graxos ômega 3; <sup>12</sup>Razão ácidos graxos ômega 6:ômega3.

Não houve redução na relação dos ácidos n-3:n-6, porém. Estudos de Pereira, (2015) constatou que animais que receberam menor quantidade de suplemento produziram carne de melhor qualidade para o consumo humano, considerando a razão n-6/n-3.

Muitos fatores diferentes influenciam as concentrações de n-3 e n-6 da carne em ruminantes, como: tipo de dieta baseada, tipo de suplemento (ingrediente) usado na dieta, forma de lipídio presente na dieta, competição entre enzimas de dessaturação e alongamento, disponibilidade de metabólitos secundários, nível de antioxidantes e carotenoides nos tecidos musculares (Ponnampalam et al., 2021). Segundo De Smet et al. (2004), a razão n-6/n-3 é mais influenciada pelo efeito da dieta que pelo efeito genético, verificando-se que, em animais terminados a pasto, a razão varia de 1.4 a 2.0 e em animais terminados com concentrado, de 6.0 a 10 (Nüernberg et al., 2005; Garcia et al., 2008), pois as gramíneas são ricas em C18:3n-3 e os grãos, em C18:2n-6 (Goffman & Böhme, 2001; Boufaied et al., 2003).

A redução na razão n6:n3, é um fator importante para o consumo humano, pois favorece a formação de eicosanoides mostrando efeitos anti-inflamatórios além de possibilitar redução da agregação plaquetária, viscosidade sanguínea, vasoespasmo e vasoconstrição (Simopoulos et al., 2008; Harnack et al., 2009).

A ausência de alterações nos AGS e nos AGPI explicam os falta de efeito nos ácidos graxos desejados (AGD), e a razão entre os ácidos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H), bem como a redução nos índices de aterogenicidade (IA) e trombogêncidade (IT).

Na literatura, não existem limites ou valores recomendados para a razão entre os ácidos h:H. Contudo, de acordo com Santos-Silva et al., (2002), considera-se 2.0 como valor de referência para h:H, valores superiores caracterizam produtos saudáveis, pois são compostos, em sua maior parte, de ácidos graxos hipocolesterolêmicos.

Por fim, fica evidente que a suplementação com níveis crescentes produziu carne semelhante em termos de perfil de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional, demonstrando que o aumento da suplementação de concentrado mantém uma composição desejável de ácidos graxos na carne.

Segundo Ramos et al., (2022), diferentes estratégias de suplementação de concentrado para novilhos terminados em pastagem tropical não influenciam a composição da carne dos animais, sendo que a qualidade da carne é modificada apenas pelo regime de confinamento, em comparação à terminação a pasto com suplementação (Torrecilhas et al., 2021; Subiabre et al., 2024).

## VII CONCLUSÕES

A suplementação de novilhas com níveis crescentes de suplemento e teores decrescentes de proteína pode ser adotada sem comprometer as características físicas da carne, seus índices de qualidade ou o perfil de ácidos graxos poliinsaturados, ao passo que níveis moderados de suplementação proporcionaram melhorias na concentração de ácido oleico (C18:1) e de ácidos graxos monoinsaturados, contribuindo positivamente para a qualidade nutricional da carne. Contudo, níveis mais elevados de suplementação resultaram em maior espessura de gordura subcutânea e incremento no teor de colesterol.

## VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAIA CPM, CASTRO MLF, MARTINS SIV, PORTUGAL APV, ALVES SPA, FONTES CMGA. Influência da época de abate e do tipo de músculo na composição de ácidos graxos, distribuição isomérica do ácido linoleico conjugado e qualidade nutricional da gordura intramuscular em vitela Arouquesa-PDO. **Meat Science**. 2007;76:787–95. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.02.023. [ DOI ] [ PubMed ] [ Google Scholar ]

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19 ed. Washington, D.C., 2000. 1219 p.

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

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. **Journal of Chromatography**, 217, 63-69.

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

BIESALSKI, H.K. Carne como um componente de uma **dieta saudável - há algum risco ou benefício se a carne for evitada?** **Meat Science**. 2005;70(3):509–24. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.07.017. [ PubMed ] [ Google Scholar ]

BILLINGSLEY, HE, CARBONE, S., E LAVIE, CJ (2018). Gorduras alimentares e doenças crônicas não transmissíveis. **Nutrients** 10, 1385. doi: 10.3390/nu10101385.

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.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. Étude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l’importante relative des diferentes régions corporelles de l’agneau de boucherie. **Annales de Zootechnia**, v.9, n.4, p.355-365, 2008.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Revista de farmácia e bioquímica**, v.28, p.122-131, 1992.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 28, p. 25–30, 1995.

CEDIEL-DEVIA, D.C.; SCHAITZ, L.H.; DA SILVA, F.F.; SANTOS, L.V.; DA SILVA, A.P.G.; SANTOS, M.D.C.; DUEÑEZ, W.Y.S.; MELGAR, O.R.A.; PAIXÃO, T.R.; SILVA, J.W.D.; et al. Performance, Carcass Traits, and Meat Fatty Acid Profile of Post-Weaning and Finishing Zebu Steers on Tropical Pasture with Three Low-Intake Supplementation Strategies. **Animals** 2024, 14, 2486. <https://doi.org/10.3390/ani14172486>.

CEDIEL-DEVIA, D.C.; SCHAITZ, L.H.; SILVA, FF.; SANTOS, L.V.; DA SILVA, A.P.G.; SANTOS, M.D.C.; DUEÑEZ, W.Y.S.; MELGAR, O.R.A.; PAIXÃO, T.R.; SILVA, J.W.D.; ARAÚJO, T.L.A.C.; LIMA JÚNIOR, D.M.; SILVA, R.R (2024). Desempenho, características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de novilhos zebuínos pós-desmame e terminação em pastagem tropical com três estratégias de suplementação de baixo consumo. **Animais**, 14 (17), 2486. <https://doi.org/10.3390/ani14172486>.

CHAIL, A.; LEGAKO, JF; PITCHER, LR; GRIGGS, TC; WARD, RE; MARTINI, S.; MACADAM, JW. O acabamento de leguminosas fornece à carne bovina proporções positivas de ácidos graxos na dieta humana e preferência do consumidor comparável à carne bovina terminada com grãos1. **J. Anim. Sci.** 2016 , 94, 2184–2197. [ Google Scholar ] [ CrossRef ] [ Green Version].

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**, 2006; 83(6):1458S-66S.

COSTA, P.; COSTA, A.F.; LOPES, P.A.; ALFAIA, C.M.; BESSA, R.J.B.; ROSEIRO, L.C.; PRATES, J.A.M. 2011. Fatty acid composition, cholesterol and a-tocopherol of Barrosã-PDO veal produced in farms located in lowlands, ridges and mountains. **J. Food Compos. Anal.** 24, 987–994.

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.

D'AUREA, E.M.O.; EZEQUIEL, J.M.B.; SANTOS, V.C.; A.P.; D'AUREA.; CARVALHO, V.B.; ALMEIDA, M.T.C.; PEREZ, H.L. Glicerina na alimentação de novilhas terminados em confinamento: características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.70 no.6 Belo Horizonte Nov./Dec. 2018.Doi.org/10.1590/1678-4162-9038.

DE PAULA, E.M.; SAMENSARI, R.B.; MACHADO, E.; PEREIRA, L.M.; MAIA, F.J.; YOSHIMURA, E.H.; FRANZOLIN, R.; FACIOLA, A.P.; ZEOULA, L.M. (2016). Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. **Livestock Science**, 185, 136–141. Doi: 10.1016/j.livsci.2016.01.021.

DE SMET, S.; RAES, K. AND DEMEYER, D. Meatfatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, 2004, 53: 81-98.

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 análise de alimentos -INCT –Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

DUCKETT, S.K.; KLEIN, T.A.; LECKIE, R.K.; THORNGATE, J.H, BUSBOOM, J.R.; SNOWDER, G.D. Effect of freezing on calpastatin activity and tenderness of callipyge lamb. **Journal of Animal Science**, v.76, n.7, p.1869-1874, 1998.

EMAMI, A.; FATHINASRI, M.H.; GANJKHANLOU, M.; ZALI, A.; RASHIDI, L. Effects of dietary pomegranate seed pulp on oxidative stability of kid meat. **Meat Science**. 2015; 104:14–9

FERLAY, A.; MARTIN, B.; LERCH, S.; GOBERT, M.; PRADEL, P.; CHILLIARD, Y. (2010). Effects of supplementation of maize silage diets with extruded linseed, vitamin E and plant extracts rich in polyphenols, and morning v. evening milking on milk fatty acid profiles in Holstein and Montbeliarde cows. **Animal** 4, 627–640.

FERREIRA, S.F.; NETO, M.D.F.; PEREIRA, M.L. R.; MELO, A.H.F.; OLIVEIRA, L.G.; NETO, J.T.N. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.2, n.1, p.9 - 19, 2013.

FOLCH, J., LEES, M.; STANLEY, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and 420 purification of lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, 226, 497- 421 509.

FRITSCHKE, KL (2015). A ciência dos ácidos graxos e inflamação. **Adv. Nutr.** 6, 293S–301S. doi: 10.3945/an.114.006940.

GARCIA, PT, PORDOMINGO, A., PEREZ, CD, RIOS, MD, SANCHO, AM, VOLPI LAGRECA, G., ET AL. (2016). Influência da cultivar e da data de corte na composição de ácidos graxos de forrageiras para produção de carne bovina a pasto na Argentina. **Grass Forage Sci.** 71, 235–244. doi: 10.1111/gfs.12167.

GILMORE, LA, WALZEM, RL, CROUSE, SF, SMITH, DR, ADAMS, TH, VAIDYANATHAN, V., ET AL. (2011). O consumo de carne moída com alto teor de ácido oleico aumenta a concentração de colesterol HDL, mas tanto a carne moída com alto quanto com baixo teor de ácido oleico diminui o diâmetro das partículas de HDL em homens normocolesterolêmicos. **J. Nutr.** 141, 1188–1194. doi: 10.3945/jn.110.136085.

GLASSER, F., DOREAU, M., MAXIN, G., E BAUMONT, R. (2013). Conteúdo e composição de gordura e ácidos graxos de forragens: uma meta-análise. **Anim. Feed Sci. Technol.** 185, 19–34. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.06.010.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 197 p.

GUERRA-RIVAS, C.; VIEIRA, C.; RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GALLARDO, B.; MANTECO, N.A.R.; LAVI, N. P.; MANSO, T. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**. 2016; 116:221–229. [https://Doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.022](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.022) PMID: 26908145.

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

HA, Y.L.; STORKSON, J.; PARIZA, M.W.; 1990. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. **Cancer Research**. 50, 1097–1101.

HARNACK, K.; ANDERSEN, G.; SOMOZA, V. (2009). Quantitation of alpha-linolenic acid elongation to eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid as affected by the ratio of n6/n3 fatty acids. **Nutrition, and Metabolism**. 6, 1-11.

KANG, S. M. M.; LEE, I. S.; LEE, S. K. (2009). Carcass characteristics of Hanwoo (Korean cattle) from different sex conditions, raising altitudes and slaughter seasons. **Livestock Science**, 123, 283–287. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.024>

KEPLER, C.R.; TOVE, S.B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids: III. Purification and properties of a linoleate  $\Delta^2$ -cis,  $\Delta^11$ -trans-isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal of Biological Chemistry**, n. 242, 5686–5692, 1967.

KHLIJI, S.; VAN DE VEN, R.; LAMB, T.A.; LANZA, M.; HOPKINS, D.L. (2010). Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, 85, 224–229. [Doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.002](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.002).

KRIS-ETHERTON, P.M.; PEARSON, T.A.; WAN, Y.; HARGROVE, R.L.; MORIARTY, K.; FISHELL, V.; ETHERTON, T.D. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1999;70(6):1009–1015. [Doi: 10.1093/ajcn/70.6.1009](https://doi.org/10.1093/ajcn/70.6.1009).

KUCEVIC D, PAPOVIC T, TOMOVIC V, PLAUSIC M, JAJIC I, KRSTOVIC S, STANOJEVIC D. Influence of Farm Management for Calves on Growth Performance and Meat Quality Traits Duration Fattening of Simmental Bulls and Heifers. **Animals** (Basel). 2019 Nov 9;9(11):941. [doi: 10.3390/ani9110941](https://doi.org/10.3390/ani9110941). PMID: 31717535; PMCID: PMC6912214.

LAWRIE, R.A. 2005. **Ciência da carne**. 6 ed. Artimed Editora: São Paulo, 322 p.

LEHESKA, JM, THOMPSON, LD, HOWE, JC, HENTGES, E., BOYCE, J., BROOKS, JC, et al. (2008). Efeitos de sistemas de alimentação convencionais e de pasto na composição de nutrientes da carne bovina. **J. Anim. Sci.** 86, 3575–3585. [doi: 10.2527/jas.2007-0565](https://doi.org/10.2527/jas.2007-0565).

LOPES, F.C.F.; BARROS, P.A.V.; BRUSCHI, J.H.; SILVA, P.H.F.; PEIXOTO, M.G.C.D.; GOMIDE, C.A.M.; DUQUE, A.C.A.; GAMA, M.A.S. Milk fatty acids profile of Holstein cows grazing tropical forages supplemented with two concentrate levels. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000200037>

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, 4(7), 1008–1023

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.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.683-692, 2012

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.

MENDES, F.B.L. (2013). **Níveis de suplementação em dietas de novilhos terminados em pastagens. Itapetinga**: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

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

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos 84 taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.4, p.609-616, 2003.

NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin of Ishikawa Prefecture College of Agriculture**, v. 11, p. 45-49, 1985.

NAQVI, Z. B., THOMSON, P. C., HA, M., CAMPBELL, M. A., MCGILL, D. M., FRIEND, M. A., & WARNER, R. D. (2021). Effect of sous vide cooking and ageing on tenderness and water-holding capacity of low-value beef muscles from young and older animals. **Meat Science**, 175, 108435. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108435>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrition requirements of small ruminates**: sheep, goats, cervids and world camelids. Washington, DC: The National Academy of Science Press, 2007.

NOGOY, K.M.C, SUN, B, SHIN, S, LEE, Y, ZI LI X, CHOI, S.H, PARK, S. Fatty Acid Composition of Grain- and Grass-Fed Beef and Their Nutritional Value and Health Implication. **Food Sci Anim Resour**. 2022 Jan;42(1):18-33. doi: 0.5851/kosfa.2021.e73. Epub 2022 Jan 1. PMID: 35028571; PMCID: PMC8728510.

OEZTUERK, H.; SAGMANLIGIL, V. 2009. Role of live yeasts on rumen ecosystem. **Deutsche Tieraerztl Wochenschr**. Hannover, Germany, v. 116, 244-248.

OSÓRIO, J.C.S.; ASTIZ, C.; OSÓRIO, M.T.M.; ALFRANCA, I. **Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPel, 136 p, 1998.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OLIVEIRA, N.; SIEWERDT, L. 2002. Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças, Pelotas.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 292-300, 2009.

PADRE, R.G.; ARICETTI, J.A.; GOMES, S.T.M.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, F.B.; PRADO, I.P.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Analysis of fatty acids in Longissimus muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science**, v.110, p.57-63. 2007. Doi.org/10.1016/j.livsci.2006.10.004.

PALMQUIST, D.L.; LOCK, A. L.; SHINGFIELD, K.J. BAUMAN, D.E. (2005). Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Advances in Food and Nutrition Research** 50, 179–217.

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**, 76: 1353- 1364.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. Volume 1 – **Segunda Edição Revista e Ampliada**. Goiânia: Editora UFG, 2001. 623p.

PEIXOTO, L.R.R.; BATISTA, A.S.M.; BOMFIM, M.A.D.; VASCONCELOS, Â.M.; ARAÚJO FILHO, J.T. Características físico-químicas e sensoriais da carne de novilhas de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.12, n.1, p.117-125, 2011.

PEREIRA, M.M.S. **Níveis de suplementação em dietas para novilhos terminados em pastagens**. / Maria Magna Silva Pereira. - Itapetinga: UESB, 2015. 80f.

PILAR, R.C; PÉREZ, J.R.O; SANTOS, C.L. **Considerações sobre produção de novilhas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 19p. (Boletim Técnico).

PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; ALMEIDA, A.P.S. Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p. 1405 – 1410. 2010.

PONNAMPALAN, EN; SINCLAIR, AJ; HOLMAN, BWB. **As fontes, síntese e ações biológicas dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na carne vermelha: Uma visão geral**. Alimentos 2021 , 10 , 1358. [ Google Scholar ] [ CrossRef ]

PURCHAS, R.W.; DAVIES, A.S.; ABDULLAH, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**., v.30, p.81-94, 1991.

RAHARJO, S.; SOFOS, J.N.; SCHIMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 40, p. 2182-2185, 1992.

RANA, M.S.; TYAGI, A.; HOSSAIN, S.A.; TYAGI, A.K. (2012). Effect of tanniferous Terminalia chebula extract on rumen biohydrogenation,  $\Delta^9$ -desaturase

activity, CLA content and fatty acid composition in longissimus dorsi muscle of kids. **Meat Science** 90, 558–563.

RIBEIRO, E.L.A. et al. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **Meat Science**, Exeter, v.68, p.285-290, 2004.

RODRIGUES, R. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; URANO, F. S.; CASTILLO, C. J. C. Polpa cítrica em rações para novilhas em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1869-1875, 2008.

RULE DC, BROUGHTON KS, SHELLITO SM, MAIORANO G. Comparação de perfis de ácidos graxos musculares e concentrações de colesterol de bisões, bovinos, alces e galinhas. **Journal Animal Science**. 2002;80:1202–11. doi: 10.2527/2002.8051202x. [ DOI ] [ PubMed ] [ Google Scholar ]

RULE, D. C.; MACNEIL M.D.; SHORT, R.E. Influenced of sire growth potential, time on feed, and growing finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 1525-1533, 1997.

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

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

SAUER, F.D. et al. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, v.76, p.906-914, 1998.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, v. 73, n. 1, p. 29-41, 2006.

SILVA, RR; DO PRADO, IN; DA SILVA, FF; ROTTA, PP; RODRIGUES, LBO; DO PRADO, RM; DE CARVALHO MESQUITA, BMA; ALBA, HDR; DE CARVALHO, GGP Perfil de ácidos graxos e composição química da carne de novilhos Nelore terminados a pasto com diferentes quantidades de suplementação. **Can. J. Anim. Sci.** 2021 , 101 , 558–566. [ Google Scholar ] [ CrossRef ]

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Exp Biol Med**. 2008; 233:674–88. Doi:10.3181/0711-mr-311.

SINGLETON, V.L.; ROSSI-JR, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SORIO, A.A carne ovina e o abate clandestino: A informalidade tem jeito? **Revista Cabra e Ovelha**, n.78, Maio, 2013.

STAHLHÖFER, M.; VALENTE, E.E.L.; BARROS, L.V.; DAMASCENO, M.L.; BARBIZAN, M.; ROCHA MELO, B.V.R.; ARNDT, S.N.S.; SILVA, S.S. Influence of energy supplementation on associative effects in Nellore bulls on a tropical pasture during the rainy season. **Semina: Ciênc. Agrár.** Londrina, v. 42, n. 4, p. 2585-2598, jul./ago. 2021.

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

VALENZUELA, A.; SANHUEZA, J.; NIETO, S. (2003). Natural antioxidants in functional foods: From food safety to health benefits. **Grasas y. Aceites**, 54, 295–303.

VAN ELSWYK, ME, E MCNEILL, SH (2014). Impacto da alimentação com capim/fORAGE versus acabamento com grãos nos nutrientes da carne bovina e na qualidade sensorial: a experiência dos EUA. **Meat Sci.** 96, 535–540. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.08.010.

VIEIRA, C.; DIAZ, M.T.; MARTÍNEZ, B.; GARCÍA-CACHÁN, M.D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbial and sensory quality of rustic crossbred beef at different stages of aging. **Meat Science**, 83, 398- 404.

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

WEGLARZ, A. (2010) Meat Quality Defined Based on pH and Colour Depending on Cattle Category and Slaughter Season. **Czech Journal Animal Science**, 55, 548-556.

WHEELER, T. T.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research – Progress Report**, v.71, n.4, p.133. 1995.

WHETSELL MS, RAYBURN EB, LOZIER JD. Efeitos dos ácidos graxos na carne bovina na saúde humana. Ficha informativa: West Virginia University e USDA Agriculture Research Service. Extension Service West Virginia Universit

WILLIAMSON, C.S, FOSTER, R.K, STANNER, S.A, BUTTRISS, J.L. British **Nutrition Foundation. Nutrition Bulletin.** 2005; 30:323–335. doi: 10.1111/j.1467-3010.2005.00525.x. Tipo de referência: Relatório. [ DOI ] [ Google Scholar ]

WOOD, J.D, ENSER, M., FISHER, A.V, NUTE, G.R, SHEARD, P.R, RICHARDSON, R.I, WHITTINGTON, F.M (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, 78 (4), 343-358. doi: 10.1016 / j.meatsci.2007.07.019.

WURTMAN, R.J. Synapse formation and cognitive brain development: effect of docosahexaenoic acid and other dietary constituents. **Metab Clin Exp.** 2008; 57(10):S6-S10.