



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA TROPICAL**

RAYANNE AMORIM FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA FORMA DE FORNECIMENTO DE SILAGEM NA DIETA
SOBRE A COMPOSIÇÃO TECIDUAL E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

BOM JESUS – PI

2025

RAYANNE AMORIM FERREIRA

**AVALIAÇÃO DA FORMA DE FORNECIMENTO DE SILAGEM NA DIETA
SOBRE A COMPOSIÇÃO TECIDUAL E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical – PPGZT da Universidade Federal do Piauí – UFPI, na área de concentração Produção Animal nos Trópicos e linha de pesquisa Produção de Alimentos e Nutrição Animal nos Trópicos, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

BOM JESUS – PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial Campus Professora Cinobelina Elvas
Setor de Processamento Técnico

F383a Ferreira, Rayanne Amorim.

Avaliação da forma de fornecimento de silagem na dieta sobre a composição tecidual e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento / Rayanne Amorim Ferreira. -- 2025.

70 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical, Bom Jesus, Piauí, 2025.

“Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo”.

1. Zootecnia. 2. Ovinos. 3. Alimentação alternativa. I. Araújo, Marcos Jácome de. II. Título.

CDD 636

**AVALIAÇÃO DA FORMA DE FORNECIMENTO DE SILAGEM NA DIETA
SOBRE A COMPOSIÇÃO TECIDUAL E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

RAYANNE AMORIM FERREIRA

Dissertação aprovada em: 24/10/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS JACOME DE ARAUJO**
Data: 24/10/2025 16:25:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo (Presidente) / CPCE/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **MICHELLE DE OLIVEIRA MAIA PARENTE**
Data: 28/10/2025 14:07:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente (Interna) / DZO/CCA/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **TAIRON PANNUNZIO DIAS E SILVA**
Data: 11/11/2025 11:32:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tairon Pannunzio Dias e Silva (Interno) / CPCE/UFPI

Documento assinado digitalmente
 **JOSE MORAIS PEREIRA FILHO**
Data: 24/10/2025 18:41:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Moraes Pereira Filho (Externo) / UFCG

DEDICATÓRIA

Com amor, dedico a minha mãe Gilmara e ao meu pai Raimundo, por serem sempre à minha base e maior incentivo nos meus estudos e por sempre estarem presentes!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus e Nossa Senhora por sempre me abençoar e guiar os meus caminhos, por estarem presentes na minha vida em cada segundo e me fazer acreditar que estou no caminho certo mesmo com todos os obstáculos que aparecem e não me deixar desistir, obrigada meu Deus por mais um vitória alcançada.

Aos meus pais Raimundo e Gilmara, por toda educação e respeito com o próximo, esses ensinamentos são valiosos, por estarem sempre ao meu lado apoiando as minhas escolhas, me incentivando sempre nos estudos, vocês nunca falharam quanto a isso, acreditem, vocês fizeram e fazem sempre tudo o que podem nas condições que tem, eu vejo o orgulho nos olhos de vocês a cada passo que dou, eu vejo a felicidade de vocês, meus pais são a base e o motivo pra mim está aqui hoje, mais do que pra mim, essa conquista é pra vocês, meus amores. Minha irmã Rayssa e meu sobrinho Isaac, como irmã mais velha e tia, me sinto sempre na obrigação de mostrar o meu melhor e ser exemplo pra vocês, busco ser uma boa referência.

Aos meus avós Raquel e Gilberto e meu tio Caio, que nem imaginam o que é isso que eu faço, só sabem que estou aqui estudando mas que mesmo assim estão sempre perguntando quando eu viajo ou apresento algo e eu sei que essa é a forma mais linda de vocês ter essa participação nos meus estudos.

Ao meu namorado Armando que aqui eu poderia falar tanto porque ele é uma das pessoas mais importantes desse processo e da minha vida, estamos sempre juntos pra tudo, inclusive no mestrado, meu companheiro de aulas, experimentos, principalmente nos finais de semanas e feriados pela UFPI e quando eu ficava aflita e com medo, você sempre fez eu acreditar em mim, não mede esforços pra me ajudar no que pode e como pode, obrigada por caminhar comigo desde o final da graduação, por me incentivar em tudo que eu penso em fazer. Meu amor essa conquista é nossa, você sempre faz a diferença por ser tão maravilhoso, esses dois anos foram muito mais leve com você junto.

Ao meu orientador Dr. Marcos Jácome de Araújo pelos ensinamentos teóricos e práticos, pela paciência e assistência sempre que precisei tirar dúvidas, por todo auxílio e orientação na minha escrita, pela confiança em mim e ainda, por compartilhar sua experiência e conhecimento, tornando isso importante no meu desempenho profissional e acadêmico, desde a graduação é uma referência a ser seguido dentro da zootecnia.

Aos professores Miguel Arcanjo Moreira Filho, Antonio Leandro Chaves Gurgel e Tairon Panunzio Dias e Silva pelos ensinamentos nas aulas e apoio durante e após o meu experimento, cada contribuição foi fundamental nessa trajetória.

A Sheila Vilarindo que não canso de dizer que foi minha salvação em muitos momentos, fez um papel de co-orientadora desde quando chegou, me auxiliou em todas as análises e escrita, você foi essencial durante todo esse tempo, além de uma amizade linda que consolidamos, por ser essa pessoa adorável por onde passa. A Isadora que sempre foi a minha duplinha de sala, a pessoa com quem dividi muitas reclamações e conquistas, foi muito importante toda a sua disponibilidade em me ajudar, você é maravilhosa amiga. A Joana Carilene que além de ter sido a primeira pessoa que tive contato, que estava todos os dias de experimento comigo, é uma das grandes amizades que encontrei no mestrado e a pequena Marrie que foi a maior surpresa e sem dúvidas uma das melhores, que titia ama tanto.

A Ana Beatriz por toda ajuda no laboratório e no campo e pela amizade que criamos, uma das melhores pessoas pra se conviver, todo mundo precisa de alguém tão leve quanto você. A Mariana Ribeiro que já tínhamos uma amizade desde a graduação e que permaneceu e ainda fez parte desse momento, por se fazer presente e disposta a me ajudar. Ao Noel, que sem dúvidas foi uma das pessoas que mais esteve presente, que me ensinou muito e principalmente a não duvidar de mim, tivemos bons momentos durante pouco tempo de convivência, mas de uma certeza que amizade como a dele, é pra vida. E junto com ele veio a Jessie, que criamos um laço muito forte pra vida toda, você é maravilhosa, obrigada por cada momento, foi e é uma honra ter você sempre perto.

A Laryssa, Cristian, Gutierre, Samara, Victor Diogo, Laysla, João Pedro, João Henrique, João Vitor, Raimundo, Catarina, Otávio Lacerda, Janice, Edy, Maria, Igor, Vitor Ximenes, Gonçalo, Laisa, Alec e Myllane (perdão se faltou alguém) pela amizade e por sempre se fazerem dispostos a me ajudar e contribuir para que o nosso experimento acontecesse da melhor forma, por todo o carinho que sempre tiveram por mim, é recíproco e estou por aqui quando precisarem. A Ana vitória, Kennedy e o Otávio Medeiros que a aproximação veio um pouco depois, mas que de certa forma não deixaram de participar de toda a minha rotina, contribuindo de alguma forma. A Romilda que nos conhecemos de muito tempo, mas só aqui ficamos mais próximas, gratidão por toda a sua ajuda e suporte.

A todos do grupo Ruminal que mesmo não citado de forma individual, principalmente aqueles que fizeram parte da construção do experimento, antes mesmo da minha chegada, tiveram a sua participação em algum momento desses dois anos, gratidão à todos vocês, somos um grupo unido e participativo e isso faz toda a diferença. Ao grupo Gepfor, pelas vezes que se fizeram presentes durante meu experimento e a parceria entre ambos os grupos, onde no final o objetivo é desenvolver boas pesquisas.

As minhas amigas Verônica, Eulla de Cássia, Sabrina, Joana e Vilmara, por vocês sempre estarem presentes na minha vida e nesse momento mesmo que de uma forma mais indireta, sempre estiveram por perto. E aos meus amigos de graduação Simeonny, Leonardo, Lucélia, Brenda, Janaína e Neemias, que mantemos o máximo de contato possível sempre vibrando com as conquistas um dos outros.

A FAPEPI que com certeza essa pesquisa só foi possível devido a contribuição de fomento cedida para a realização desse grande trabalho, a Universidade Federal do Piauí em especial o *Campus* Professora Cinobelina Elvas, que hoje tenho título de formação graças a essa instituição. Ao PPGZT que é o programa de Pós- Graduação responsável por essa oportunidade e por este momento ímpar na minha vida e por intermédio do INCT carne a UFBA, pelo apoio e disposição para a realização de uma das análises importante nos meus resultados.

Enfim, dizer que sou uma pessoa muito abençoada, realizada e grata por ter tanta gente comigo durante esses dois anos, tem um pedacinho de cada um de vocês nessa conquista. Gratidão!

“Portanto, não percam a coragem, pois ela traz uma grande recompensa”.

Hebreus 10:35

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Rayanne Amorim Ferreira – Nascida em 15 de julho de 1999, Floriano – PI, cursou ensino fundamental no município de Cristino Castro – PI, ingressando em 2013 na Unidade Escolar Joaquim Parente (UEJP) no ensino médio, concomitante ao Curso técnico em Agropecuária pelo Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) com extensão do Colégio Técnico de Bom Jesus – PI. Possui graduação em Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI – CPCE), concluindo em 2022 com apresentação de trabalho de conclusão de curso intitulado: Índice de temperatura e umidade – ITU, a partir de estimativas de dois cenários climáticos em uma comunidade no semiárido piauiense, sob orientação do Prof. Dr. Márcio da Silva Costa e coorientação da Profa. Dra. Pollyana Oliveira da Silva, onde participou do Grupo de Extensão e Pesquisa de Ovinos e Caprinos. Trabalhou prestando contrato de nove meses (2022.2 a 2023.1) na Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA) na unidade Meio-norte, sediada em Teresina – PI, em um projeto custeado pela Fundação Arthur Bernardes no programa de Assistência Técnica e Extensão Rural para mulheres – ATER Mulheres. Durante esse período fez especialização na área de Produção de Ruminantes pela Faculdade de Ensino de Minas Gerais (FACEMINAS). Em agosto de 2023 ingressou no curso de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical (UFPI).

Link de acesso Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3670788559500472>

RESUMO GERAL

Com a realização desta pesquisa objetivou-se avaliar a influência do tipo de silagem sobre a composição tecidual, características físico-químicas e o perfil de ácidos graxos da carne de ovinos terminados em confinamento. No Cap. I foi feita uma revisão integrativa, em que as buscas para a seleção dos artigos foram realizadas nas bases: *SCOPUS*, *Web of Science*, *Wiley Online Library* e *Science direct*. Para tanto, usou da estratégia de pesquisa a mnemônica PVO (*population, variable of interest, outcome*) para então definir a pergunta norteadora da pesquisa: “Quais as principais silagens usadas na terminação de ovinos?”. No Cap. II, foi conduzido um experimento com 32 cordeiros mestiços, machos, com peso inicial médio de $\pm 19,6$ kg terminados em confinamento, alimentados com silagem de ração em mistura total (SRMT) contendo pornunça (*Manihot* sp.). Os animais foram distribuídos em um delineamento de blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2×2 , sendo duas formas de fornecimento (FF; SRMT e RMT) e duas relações volumosos:concentrado (V:C 40:60 e 50:50). Os dados foram analisados usando modelos mistos, sendo os tratamentos e suas interações considerados efeitos fixos e os efeitos de bloco e o erro experimental, efeitos aleatórios. As médias foram comparadas pelo teste ajustado de Tukey, sendo consideradas diferentes quando $P \leq 0,05$. A revisão integrativa revelou que o Brasil foi o país que mais desenvolveu estudos sobre o tema, sendo a silagem da planta de milho a mais utilizada como fonte de volumoso na alimentação de ovinos confinados. De modo geral, o uso de diferentes silagens nas dietas exerce influência direta sobre a qualidade da carne de cordeiros confinados, a composição tecidual, características físico-químicas e ainda o perfil lipídico. Em relação ao Cap. II, as dietas ofertadas na forma de RMT proporcionaram maior peso da perna ($P = 0,02$), independentemente da relação V:C. Observou-se que a dieta com SRMT40:60 apresentou maior proporção de ossos (O) em comparação à RMT40:60. As proporções dos demais tecidos (M = músculo; G = gordura e outros tecidos) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas dietas. O índice de musculosidade, bem como as relações M:O e M:G também não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). As dietas não influenciaram a composição centesimal da carne ($P > 0,05$). Os maiores valores para L^* (luminosidade) e perdas por cocção (PPC) foram observados na relação 50:50 em comparação à relação 40:60. As demais características físicas não foram influenciadas pelas dietas ($P > 0,05$). Os animais alimentados com SRMT, independente da relação V:C, apresentaram carne com maior concentração de C15:1 e C18:3 *n*-3 comparados aos alimentados com RMT. A relação V:C de 40:60 proporcionou carne com maior concentração de C20:2. Os demais ácidos graxos não foram influenciados pelas dietas ($P > 0,05$). Assim, com base nos resultados conclui-se que a Pornunça pode ser utilizada com segurança como fonte de volumoso tanto na forma de SRMT quanto na forma de RMT, nas relações V:C de 40:60 ou 50:50, sem prejuízo à qualidade da carne.

Palavras-chave: Ácidos graxos, Alimentação alternativa, Conservação de forragem, *Longissimus lumborum*, ovinos, qualidade de carne.

GENERAL ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of silage type on the tissue composition, physicochemical characteristics, and fatty acid profile of lamb meat from animals finished in confinement. In Chapter I, an integrative review was carried out, in which the searches for article selection were conducted in the databases: SCOPUS, Web of Science, Wiley Online Library, and ScienceDirect. The mnemonic PVO (population, variable of interest, outcome) research strategy was used to define the guiding question of the study: "What are the main silages used in the finishing of sheep?". In Chapter II, an experiment was conducted with 32 crossbred male lambs, with an initial average weight of ± 19.6 kg, finished in confinement and fed with total mixed ration silage (TMRS) containing *pornunça* (*Manihot* sp.). The animals were distributed in a randomized complete block design, arranged in a 2×2 factorial scheme, with two feeding forms (FF; TMRS and TMR) and two forage-to-concentrate ratios (F:C 40:60 and 50:50). Data were analyzed using mixed models, with treatments and their interactions considered as fixed effects, and block and experimental error as random effects. Means were compared using Tukey's adjusted test, and differences were considered significant when $P \leq 0.05$. The integrative review revealed that Brazil was the country with the highest number of studies on the topic, and corn plant silage was the most used roughage source in confined sheep feeding. Overall, the use of different silages in the diet exerts a direct influence on lamb meat quality, tissue composition, physicochemical characteristics, and lipid profile. Regarding Chapter II, the diets supplied in the form of TMR resulted in higher leg weight ($P = 0.02$), regardless of the F:C ratio. The diet with TMRS40:60 showed a higher proportion of bone (B) compared to TMR40:60. The proportions of the other tissues (M = muscle; F = fat; and other tissues) were not affected ($P > 0.05$) by the diets. The muscularity index, as well as the M:B and M:F ratios, also showed no significant differences ($P > 0.05$). The diets did not influence the proximate composition of the meat ($P > 0.05$). Higher values for L^* (lightness) and cooking losses (CL) were observed for the 50:50 ratio compared to 40:60. The other physical characteristics were not affected by the diets ($P > 0.05$). Animals fed with TMRS, regardless of the F:C ratio, showed meat with higher concentrations of C15:1 and C18:3 n-3 compared to those fed with TMR. The 40:60 F:C ratio resulted in meat with a higher concentration of C20:2. The other fatty acids were not affected by the diets ($P > 0.05$). Thus, based on the results, it can be concluded that *pornunça* can be safely used as a roughage source, either in the TMRS or TMR form, with F:C ratios of 40:60 or 50:50, without compromising meat quality.

Keywords: Alternative feeding, Fatty acids, Forage conservation, Longissimus lumborum, meat quality, sheep.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES**CAPÍTULO I**

Figura 1: Fluxograma do processo para a elaboração da revisão integrativa de literatura (RI).....	21
Figura 2. Fluxograma do método de seleção da amostragem final de artigos da revisão integrativa da literatura (RI).....	24
Anexo I: instrumento para extração dos dados dos estudos.....	68
Anexo II: Avaliação metodológica (CASP).....	70

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Capítulo I: Composição tecidual, características físico-químicas e perfil lipídico da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com diferentes tipos de silagem: Uma revisão integrativa.....	21
Quadro I: Descritores utilizados na busca de artigos com base na estratégia mnemônica PVO.....	26
Tabela 1 - Componentes da pesquisa incluídos na revisão integrativa sobre diferentes tipos de volumosos utilizados em dietas de cordeiros confinados sobre a qualidade de carne.....	32
Tabela 2: Parâmetros de qualidade de carne avaliados nos estudos incluídos na revisão integrativa.....	33
Tabela 3: Composição centesimal da carne avaliados nos estudos incluídos da revisão integrativa.....	35
Tabela 4: Ácidos graxos (g/100g de carne) avaliados nos estudos incluídos na revisão integrativa.....	36
Capítulo II: Composição tecidual, características físico-químicas e perfil lipídico da carne de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total contendo Pornunça (<i>Manihot</i> sp).....	38
Tabela 1: Ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	51
Tabela 2 – Desempenho, Composição tecidual e índice de musculabilidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total (RMT) contendo Pornunça (<i>Manihot</i> sp) em diferentes relações volumoso:concentrado (V:C)	58
Tabela 3 - Propriedades físico-químicas (g/100 g de carne) do <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total (RMT) contendo Pornunça (<i>Manihot</i> sp) em diferentes relações volumoso:concentrado (V:C).....	59
Tabela 4 – Composição de ácidos graxos (mg/100 g de músculo) do <i>Longissimus lumborum</i> cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total (RMT) contendo Pornunça (<i>Manihot</i> sp) em diferentes relações volumoso:concentrado (V:C).....	60
Tabela 5 - Proporções e relações dos ácidos graxos (g/100 g FAME) do <i>Longissimus lumborum</i> cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total (RMT) contendo Pornunça (<i>Manihot</i> sp) em diferentes relações volumoso:concentrado (V:C).....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*: Intensidade da cor vermelha

AG: Ácidos graxos

AGD: Ácidos graxos desejáveis

AGIS: Ácidos graxos insaturados

AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados

AGPI: Ácidos graxos polinsaturados

AGS: Ácidos graxos saturados

AOL: Área de olho de lombo

b*: Intensidade da cor amarela

C*: Croma

CEUA: Comissão de ética no uso de animais em pesquisa

CF: Comprimento do fêmur

CLA: Ácido linoleico conjugado

CMS: Consumo de matéria seca

CNF: Carboidratos não fibrosos

CPCE: Campus Professora Cinobelina Elvas

CRA: capacidade de retenção de água

CT: Carboidratos totais

DBC: Delineamento em blocos casualizado

DHA: docosa-hexaenoico

DIC: Delineamento inteiramente casualizado

EE: Extrato Etéreo

EPA: Eicosapentaenoico

FC: Força de cisalhamento

FDN: Fibra insolúvel em detergente neutro

FF: Forma de fornecimento

GMD: Ganho médio diário

IMP: Índice de musculosidade da perna

IT: Índice de trombogenicidade

L: Luminosidade

LL: *Longíssimus lumborum*

MM: Matéria mineral

MS: Matéria seca

PA: Peso ao abate

PB: Proteína bruta

PC: Peso corporal

pH: Potencial hidrogênionico

PPC: Perdas por cocção

PVO: População, variáveis e resultados

RI: Revisão integrativa

SRMT: Silagem de ração em mistura total

UFPI: Universidade Federal do Piauí

V:C: relação volumoso: concentrado

LISTA DE SÍMBOLOS

mg: Miligramas

g: gramas

%: Porcentagem

g/dia: gramas por dia

°C: Graus Celsius

mL/min: Milímetro por minuto

cm: Centímetro

Kg: quilogramas

Mg/ kg: Miligramas por quilogramas

mm: milímetros

L: Litros

Kg/m³: Quilogramas por metro cúbico

Σ: Somatório

Δ: Delta

P: Probabilidade de significância

Cm³: Centímetro cúbico

N/cm³: Newton por centímetros cúbicos

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
1. INTRODUÇÃO	24
2. METODOLOGIA	25
3. RESULTADOS	28
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS	42
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Localização do experimento e considerações éticas	50
2.2 Produção das silagens	50
2.3 Delineamento, animais, dietas e manejo experimental	50
2.4 Análises químicas dos alimentos	52
2.5 Avaliação do desempenho	53
2.6 Abate, composição tecidual da perna e análise físico-química da carne	53
2.7 Composição tecidual da perna	55
2.8 Perfil de ácidos graxos da carne	56
2.9 Análises estatísticas	57
3. RESULTADOS	57
3.1 Desempenho e composição tecidual da perna	57
3.2 Propriedades físico-químicas do <i>Longissimus lumborum</i>	59
3.3 Perfil de ácidos graxos da carne	60
4. DISCUSSÃO	62
5. CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
ANEXO I	76
ANEXO II	78

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A criação de ovinos é uma atividade de grande importância socioeconômica, pois fornece carne, leite e subprodutos como lã e couro, gera renda e empregos, e permite o aproveitamento de áreas menos produtivas, contribuindo para o fortalecimento das comunidades rurais. Em regiões marcadas por longos períodos de estiagem, exigem sistemas produtivos adaptados às condições climáticas adversas, nesse cenário, os ovinos se destacam por sua rusticidade, resistência a doenças e boa capacidade de conversão alimentar, mesmo em ambientes com baixa disponibilidade forrageira. Em suma, a criação de ovinos representa uma alternativa viável de geração de renda e segurança alimentar, com investimentos em manejo e nutrição, a atividade pode se consolidar como uma boa alternativa para desenvolvimento sustentável.

A busca por forrageiras adaptadas ao semiárido tem favorecido o uso da pornunça (*Manihot* sp.), híbrido da mandioca com a maniçoba, por sua resistência à seca e valor nutritivo. A pornunça tem se destacado para produção de silagem por sua boa produtividade em condições semiáridas. Dessa forma, tem potencial para compor a silagem de ração em mistura total (RMT), podendo contribuir para o melhor desempenho de animais em confinamento e qualidade da carne.

A qualidade da carne de ovinos é determinada por características como maciez, suculência, sabor, cor e composição nutricional. Esses fatores são influenciados pela genética, idade ao abate, dieta, manejo e condições de abate. Dietas bem formuladas, com equilíbrio entre volumoso e concentrado, contribuem para um melhor acabamento de carcaça e perfil sensorial da carne, favorecendo o rendimento de carcaça e a aceitação da carne pelo consumidor. Uma carne de boa qualidade apresenta coloração vermelho-brilhante, boa capacidade de retenção de água, baixo teor de gordura saturada e alta concentração de proteínas.

Dessa forma, a dissertação foi estruturada com a finalidade de explorar a influência do tipo de silagem, inclusive a silagem de Pornunça, como fonte de volumoso, sobre a composição tecidual e a qualidade de carne de cordeiros confinados. Sendo dividida em dois capítulos: Capítulo I: *“Composição tecidual, características físico-químicas e perfil lipídico da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com diferentes tipos de silagem: Uma revisão*

integrativa. Capítulo II: Composição tecidual, características físico-químicas e perfil lipídico da carne de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total contendo Pornunça (Manihot sp). Assim, compreender a influência do tipo de silagem na composição tecidual e nas características físico-químicas da carne de cordeiros confinados é fundamental para otimizar o manejo nutricional e promover sistemas mais eficientes e sustentáveis. Dessa forma, esta dissertação contribui para o fortalecimento da ovinocultura em ambientes semiáridos, apontando caminhos promissores para a produção de carne de qualidade e para o avanço da pesquisa em nutrição e manejo de ruminantes.

CAPÍTULO I:

COMPOSIÇÃO TECIDUAL, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO ALIMENTADOS COM DIFERENTES TIPOS DE SILAGEM: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

RESUMO

Objetivou-se com esta revisão integrativa realizar um levantamento sobre o uso de silagem na dieta de ovinos e sua influência na composição tecidual e qualidade da carne de ovinos terminados em confinamento. A estratégia de pesquisa utilizada foi a mnemônica PVO (*population, variable of interest, outcome*) para então definir a pergunta norteadora da pesquisa: “Quais as principais silagens usadas na terminação de ovinos?”. As buscas para a seleção dos artigos foram realizadas em março de 2025, por uma dupla de pesquisadoras nas bases: SCOPUS (*Elsevier*), *Web of Science* - Coleção Principal (*Clarivate Analytics / Thomson Reuters*), por meio do Portal de Periódicos Capes através do proxy da Universidade Federal do Piauí (UFPI), e Wiley Online Library com acesso na própria base através de e-mail institucional da UFPI e *Science direct*. Foram encontrados um total de 174 arquivos, sendo 114 artigos científicos de acesso aberto. Ao todo, foram selecionados 21 artigos para a leitura na íntegra, mas apenas 9 artigos tinham relevância e atendiam aos critérios de inclusão para esta revisão integrativa. Dentre as bases utilizadas na busca dos artigos, a *Web of Science* foi onde obteve-se a maioria (66,67%) dos trabalhos indexados. Das pesquisas utilizado silagens na dieta de ovinos em confinamento, 90% foram desenvolvidas no Brasil, o idioma que prevaleceu foi o inglês (80%) e os trabalhos em português totalizaram 20%. Em aproximadamente 70% dos estudos analisados, o delineamento inteiramente casualizado (DIC) foi empregado. Entre as silagens utilizadas como principal fonte de volumoso, a de milho foi a mais frequente, aparecendo em aproximadamente 30% dos estudos selecionados. Foram analisados parâmetros mais específicos, ora as características físico-químicas (6 trabalhos) ora composição tecidual da perna (2 trabalhos), em outros trabalhos pôde-se observar ambas as avaliações, além da cor (6 trabalhos), pH e a área de olho de lombo (3 trabalhos). Dos 9 trabalhos, 5 apresentaram a composição centesimal da carne, enquanto, entre os estudos que analisaram os ácidos graxos (AGs), cerca de 50% foram incluídos, separados e organizados. Conclui-se que a principal silagem utilizada na alimentação de ovinos foi a silagem da planta de milho, ou pelo menos uma parte composta por milho, devido ser um alimento cuja qualidade já foi comprovada.

Palavras-chave: Alimentação alternativa, Composição tecidual, Conservação de forragem, Cordeiros, Qualidade de carne.

ABSTRACT

The objective of this integrative review was to survey the use of silage in sheep diets. The research strategy used was the PVO (population, variable of interest, outcome) mnemonic to define the guiding research question: "What are the main silages used in sheep finishing?" Searches for article selection were conducted in March 2025 by a pair of researchers in the following databases: SCOPUS (Elsevier), Web of Science - Core Collection (Clarivate Analytics/Thomson Reuters), through the Capes Journal Portal through the Federal University of Piauí (UFPI) proxy, and Wiley Online Library with access to the database itself through the Federal University of Piauí (UFPI) institutional email and ScienceDirect. A total of 174 files were found, 114 of which were open-access scientific articles. A total of 21 articles were selected for full-text reading, but only 9 were relevant and met the inclusion criteria for this integrative review. Among the databases used to search for articles, the Web of Science provided the majority (66.67%) of indexed studies. Ninety percent of the research on silage in feedlot sheep diets was conducted in Brazil, with English being the predominant language (80%), and Portuguese accounting for 20%. Approximately 70% of the selected articles used a completely randomized design (CRD). Regarding silage, the main source of roughage was corn silage, present in approximately 30% of the selected studies. More specific parameters were analyzed, either the physicochemical characteristics (6 studies) or the tissue composition of the leg (2 studies). In other studies, both evaluations were observed, in addition to color (6 studies), pH and the loin eye area (3 studies). In 5 of the 9 studies, the centesimal composition and studies that analyzed the fatty acids (FAs) contained in the meat were presented, approximately 50% of which were included, separated and organized. It is concluded that the main silage used in sheep feeding was corn silage, or at least a part composed of corn, because it is a food whose quality has already been proven.

Keywords: Alternative feeding, Carcass, Forage conservation, Lambs, Tissue composition.

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade climática é caracterizada com chuvas irregulares, baixa umidade e alta evapotranspiração (Lucena *et al.*, 2021). Esses fatores comprometem a produção de forragem em quantidade e qualidade, reduzindo seu valor nutricional, a estocagem e o desempenho animal na seca, o que exige estratégias de manejo para manter a produtividade e o bem-estar dos animais (Moura *et al.*, 2024).

Sendo assim, devido aos entraves relatados, a busca por alimentos alternativos crescem cada vez mais e o uso de métodos de conservação de forragem é uma das alternativas para assegurar a alimentação e a estabilidade nos diferentes sistemas de produção (Fluck *et al.*, 2018). Assim, como exemplos de técnicas de conservação de forragem, preservando a sua qualidade nutritiva, podem ser citadas a ensilagem, a fenação e a pré-secagem. Essas técnicas têm como objetivo garantir a alimentação dos animais no período de escassez de alimento (Da Silva *et al.*, 2024).

A ensilagem é um método comum de conservação de forragem que permite armazenar o excedente do período chuvoso, garantindo alimento de boa qualidade na seca, com mínimas perdas nutricionais. A escolha da espécie forrageira deve considerar sua adaptação climática, produtividade e valor nutricional. Forrageiras com alto teor de matéria seca, carboidratos solúveis e adequada relação fibra/energia favorecem a fermentação láctica, resultando em silagens estáveis e nutritivas, esses fatores impactam diretamente o desempenho animal, refletindo no ganho de peso, na conversão alimentar e na qualidade da carne (Sá *et al.*, 2021).

A carne vermelha é fonte de nutrientes essenciais para a saúde humana, o seu valor nutricional é determinado por suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Silva Magalhães *et al.*, 2020). Além disso, a qualidade da carne é influenciada por fatores como sexo, idade, manejo dos animais e alimentação, os quais desempenham um papel fundamental na definição do produto final, esses fatores afetam diretamente as características físico-químicas da carne, incluindo cor, textura, maciez e capacidade de retenção de água, influenciando também sua suculência, sabor e valor nutricional (Resende *et al.*, 2008).

Silagens com maior densidade energética, tendem a favorecer maior deposição de gordura intramuscular e podem contribuir para um aumento nos

teores de ácidos oleico e palmítico na carne, melhorando características como suculência, sabor e maciez. Por outro lado, silagens com menor teor energético e maior proporção de fibra, tendem a resultar em carnes com menor marmoreio e menor modulação do perfil de ácidos graxos, em alguns casos mantendo uma composição mais saturada. Assim, a escolha da planta forrageira a ser utilizada em forma de silagem influencia não apenas o desempenho animal, mas também a qualidade nutricional e sensorial da carne ovina ofertada ao consumidor (Su *et al.*, 2019).

Desse modo, objetivou-se, com esta revisão integrativa, realizar um levantamento bibliográfico sobre a influência de diferentes silagens utilizadas na alimentação de cordeiros terminados em confinamento, sobre a composição tecidual, características físico-química e perfil lipídico da carne.

2. METODOLOGIA

Foi desenvolvida uma Revisão Integrativa de Literatura (RI), cujo principal objetivo foi reunir e sintetizar resultados de pesquisas relacionados a um determinado tema ou questão, onde de maneira sistemática e ordenada, tornou-se possível o aprofundamento do conhecimento do tema a ser investigado (Mendes; Silveira; Galvão, 2008). Através da revisão integrativa é possível fazer generalizações de um tema abordado por vários pesquisadores, em diferentes momentos, lugares ou situações, facilitando e atualizando as modificações na prática cotidiana de pessoas interessadas (Roman; Friedlander, 1998). E, fornece ainda uma ampla análise de literatura disponível, como uma ferramenta para discussões sobre resultados e métodos de pesquisa, além de uma reflexão sobre a realização para pesquisas futuras (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

Para a elaboração dessa RI, foi desenvolvido um protocolo, no qual garante buscas adequadas com alto nível de evidência científica dos materiais encontrados. Para isso, foi seguido a metodologia de identificação do problema, pesquisa na literatura, avaliação de dados, análise de dados e suas respectivas apresentações – Figura 1 (Whittemore e Knafl, 2005).

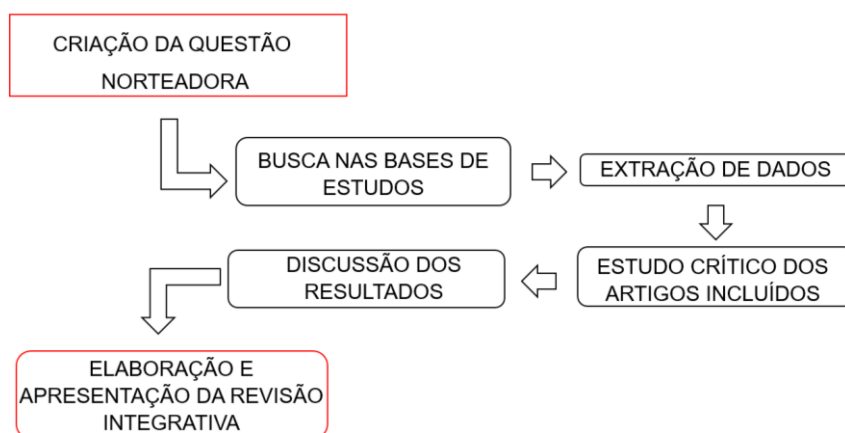


Figura 1: Fluxograma do processo para a elaboração da revisão integrativa de literatura.

A estratégia de pesquisa utilizada foi a mnemônica PVO (*population, variable of interest, outcome*) para então definir a pergunta norteadora da pesquisa: “Quais as principais silagens usadas na terminação de ovinos?”. Sendo:

P = (População): Ovinos em confinamento;

V = (Variáveis): Diferentes silagens na dieta;

O = (Resultados): desempenho produtivo e os parâmetros da qualidade de carne.

Devido ainda não existir descritores fixos específicos para a ciências agrárias, foi realizado um estudo prévio de artigos científicos relacionados ao tema abordado, para determinar os descritores mais apropriados, de acordo com os termos aplicados da estratégia PVO (Quadro 1).

Quadro 1: Descritores utilizados na busca de artigos com base na estratégia mnemônica PVO.

P (população)	(“Sheep” OR “Confined sheep” OR “Male sheep” OR “Lamb finishing” OR “Lamb meat” OR “Ovine” OR “Ovis aries” OR “confined lambs” OR “lambs fed with silage” OR “small ruminants”)
V (variáveis)	(“Silage” OR “silage in total mixed ration” OR “roughage” OR “silage roughage” OR “sources roughage” OR “preserved forage” OR “supply form”)

O (<i>outcome</i> - resultados)	("meat quality" OR "tissue composition" OR "meat pH" OR "physicochemical characteristics" OR "leg composition" OR "lamb loin" OR "fatty acids" OR "saturated fatty acids" OR "unsaturated fatty acids" OR "polyunsaturated" OR "biohydrogenation" OR "centesimal composition" OR "fat content" OR "carcass evaluation" OR "lamb carcass" OR "color" OR "water retention capacity" OR "shear force" OR "texture")
--	--

A busca para a seleção dos artigos foi realizada em março de 2025, por uma dupla de pesquisadoras nas bases: SCOPUS (*Elsevier*), Web of Science - Coleção Principal (*Clarivate Analytics / Thomson Reuters*), por meio do Portal de Periódicos Capes através do proxy da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Wiley Online Library e Science Direct através de acesso na própria base através de e-mail institucional da UFPI. Para a pesquisa foram utilizados descritores em dois idiomas (inglês e português) e operadores *booleanos* em única pesquisa de referência cruzada em cada uma das bases.

Como critérios de inclusão para esta revisão, utilizou-se: Artigos completos disponíveis na íntegra nas bases de dados que respondessem à questão norteadora; artigos que avaliaram diferentes silagens; os que continham informações de qualidade de carne de cordeiros e estudos em qualquer idioma e sem recorte temporal. Já os critérios de exclusão foram: editoriais, resumos em anais de congressos, opinião de especialistas, outras revisões, capítulos de teses e dissertações, artigos duplicados foram considerados apenas uma vez e trabalhos cujo objetivos eram terminação de ovinos à pasto e maior parte dos artigos excluídos, na primeira leitura, se deu por não responderem à pergunta norteadora e por estarem relacionados com pesquisas *in vitro* ou com avaliação microbiológica do rúmen, fatores estes que não constituíam objeto desta revisão.

Para a avaliação dos artigos encontrados, posterior a busca, foi feita uma exportação das informações para uma planilha única no *software* Microsoft Excel, onde as revisoras pudessem manusear e avaliar os resultados de forma independente, para isso foi realizado a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. Elaborou-se então um formulário de extração (Anexo 1) onde as principais informações para avaliar os estudos, encontram-se lá, tais como: identificação da

publicação (DOI, título do artigo, base de dados indexadas, autores, periódico científico, país, idioma e ano de publicação); aspectos metodológicos do estudo (objetivos ou hipóteses, tipo de estudo, delineamento experimental, unidade experimental) e o desempenho produtivo (raça, idade, sexo, peso inicial, ganho médio diário, volumoso, concentrado, relação volumoso: concentrado, pH inicial, pH final, parâmetros de cor da carne, perdas por cocção, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, peso ao abate, composição tecidual da perna, área de olho de lombo, análises de ácidos graxos) limitações de estudos e conclusões.

Depois de realizada a leitura dos resumos, os artigos duplicados ou os que não correspondiam a pergunta norteadora, foram desconsiderados. Sendo incluídos apenas os artigos iguais ou acima da classificação nível 2 (usando nível de evidências JBI – Instituto Joanna Briggs), assegurando maior rigor de evidências.

Na avaliação de qualidade metodológica dos estudos, foi utilizado o instrumento *Critical Appraisal Skills Programme - CASP* (Anexo 2), adaptados conforme o tipo de metodologia de cada pesquisa (disponível em: <https://casp-uk.net/casptools-checklists/>), sendo selecionados apenas os que atenderam aos requisitos essenciais e as conformidades determinadas pelos métodos de pesquisa de cada estudo. Os artigos passaram por uma segunda leitura, sendo esta realizada por completo, referente aos artigos selecionados na primeira leitura, onde foram excluídos os que não atendiam aos métodos de pesquisa traçados e os que não estavam relacionados com a pergunta norteadora.

3. RESULTADOS

Após a busca nas bases de dados, foram identificados 174 registros, dos quais 114 correspondem a artigos científicos de acesso aberto. Ao todo, 21 artigos foram selecionados para leitura na íntegra, por apresentarem relação direta com o tema da pesquisa. Após essa leitura, foram excluídos artigos duplicados e aqueles sem relação com a pesquisa, restando apenas nove trabalhos que apresentavam relevância e atendiam aos critérios de inclusão desta revisão integrativa (Figura 2).

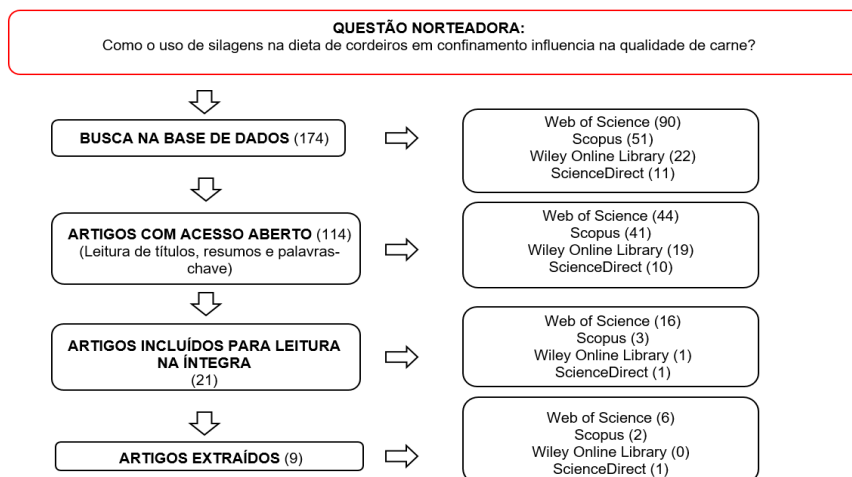


Figura 2. Fluxograma do método de seleção da amostragem final de artigos da revisão integrativa da literatura.

Das pesquisas que avaliaram silagens em dietas de ovinos em confinamento, aproximadamente 90% foram conduzidas no Brasil, enquanto 10% ocorreram na Europa. Entre os artigos incluídos na pesquisa, 20% foram publicados em português. Os anos de 2014 e 2018 se destacaram pelo maior número de publicações, possivelmente em decorrência de avanços na nutrição animal, da crescente demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis e do progresso nas pesquisas, entre outros fatores.

Nos artigos selecionados, aproximadamente 70% dos experimentos adotaram o delineamento inteiramente casualizado (DIC), seguido pelo delineamento em blocos casualizados, presente em cerca de 30% dos estudos. Entre as silagens utilizadas como principal fonte de volumoso, a silagem de milho foi a mais frequente, aparecendo em aproximadamente 30% dos estudos selecionados (Tabela 1).

Tabela 1 - Componentes da pesquisa incluídos na revisão integrativa sobre diferentes tipos de silagem utilizadas em dietas de cordeiros confinados sobre a qualidade de carne.

Nº	Autores	País	Unidade experimental	Raça / sexo	Delineamento experimental	Volumoso	Concentrado	Relação V:C	Peso Inicial (kg)	Duração do experimento (dias)
1	Silva Sobrinho et al. (2002)	Brasil	Ovinos	Ile de France x Ideal	DIC com arranjo fatorial	Silagem de milho	Milho grão, farelo de soja, f. Trigo e suplemento mineral	50:50 / 30:70	18,2	-
2	Andrade et al. (2009).	Brasil	Ovinos	Mestiços Hampshire Down	DIC	Silagem de grão de milho	Farelo de soja e suplemento mineral e ureia	80:20 / 99:1	16,0	-
3	Milewski et al. (2014)	República Tcheca	Ovinos	Longa Polonesa	DBC	Silagem Trevo vermelho, alfafa e grama	Farelo de cevada e premix	-	22,0	60
4	Carvalho et al. (2018).	Brasil	Ovinos	-	DBC	Silagem de milheto	Milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e ureia	-	17,0	62
5	Zeola et al. (2021)	Brasil	Ovinos	Ile de France	DIC	Silagem de Milho	Milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, suplemento	40:60	20,0	-

							mineral e vitamínico			
6	Ferreira et al. (2022)	Brasil	Ovinos	Santa Inês	DIC	Silagem de casca de laranja e feno de tifton-85	Farelo de soja e milho moído	50/50	25,0	60
7	Oliveira et al. (2023)	Brasil	Ovinos	Santa Inês x Dorper	DIC	Silagem de sorgo e palha de milho	Milho moído, farelo de soja, ureia, sal comum e suplemento mineral	-	24,0	89
8	Protesa et al. (2018)	Brasil	Ovinos	-	DIC	Silagem de sorgo e silagem de soja	Milho moído, Farelo de soja, Farelo de trigo, Calcário, mineral, premix, Ionóforo, Cloreto de amônio	-	20,0	50
9	Silva et al. (2021)	Brasil	Ovinos	Mestiços SI	DIC	Silagem de milho e silagem de capim-buffel	Milho moído, Farelo de soja, Calcário, Sal comum e Premix mineral	60/40	20,0	61

DIC: Delineamento inteiramente casualizado; DBC: Delineamento em blocos casualizados; Relação V:C: Relação volumoso: concentrado.

Dentre os artigos encontrados, extraiu-se os principais parâmetros avaliados nos estudos, relativos à qualidade da carne, a partir do tipo de silagem usado. Foram analisados parâmetros mais específicos: em alguns estudos, características físico-químicas (seis artigos) e composição tecidual da perna (dois artigos); em outros, ambas as avaliações foram realizadas, além da análise de cor (seis artigos), pH e área do olho de lombo (três artigos) (AOL; Tabela 2).

Em cinco dos nove trabalhos, foi apresentada a composição centesimal da carne (Tabela 3), ou seja, os teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios, informações essenciais para determinar o valor nutricional e auxiliar na avaliação da qualidade e na formulação de dietas balanceadas (Pitombo, 2013).

Dos estudos que analisaram os ácidos graxos (AGs) presentes na carne, 55,55% foram incluídos, separados e organizados (Tabela 4), uma vez que esses compostos são determinantes na avaliação da qualidade da carne. Os AGs possuem influência na saúde humana reduzindo riscos sobre algumas doenças cardiovasculares e cancerígenas. Em adição, os AGs são responsáveis por auxiliarem na suculência, na firmeza da gordura e na vida útil da carne (Silva, 2024).

Tabela 2 - Parâmetros de qualidade de carne avaliados nos estudos incluídos na revisão integrativa.

N°	Volumoso	Concentrado	V:C	pHi	pHf	L	a*	b*	PPC	FC (N/cm²)	CRA	Músculo (%)	Gordura (%)	Osso (%)	M:G	M:O	AOL (cm²)
1	Silagem de milho	Milho grão, farelo de soja, f. Trigo e suplemento mineral	50:50 / 30:70	-	-	-	-	-	-	-	-	70,68	14,63	14,65	-	5,91	-
2	Silagem de grão de milho	Farelo de soja e suplemento mineral e ureia	80:20 / 99:1	-	-	49,04	17,04	9,37	17,74	32,85	-	-	-	-	-	-	11,89
3	Silagem de milheto	Milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e ureia	-	-	-	36,19	10,54	7,29	36,37	32,0	-	-	-	-	-	-	10,40
4	Silagem Trevo vermelho, alfafa e grama	Farelo de cevada e premix	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Silagem de milho	Milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, suplemento mineral e vitamínico	40:60	6,55	5,56	34,43	15,18	3,54	31,01	33,93	57,6	-	-	-	-	-	-
6	Silagem de sorgo e palha de milho	Milho moído, farelo de soja, ureia, sal comum e suplemento mineral	-	-	-	33,67	11,9	6,16	38,58	25,24	37,23	67,19	11,3	18,68	-	-	12,80
7	Silagem de casca de laranja e feno de tifton-85	Farelo de soja e milho moído	50:50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Silagem de sorgo e silagem de soja	Milho moído, Farelo de soja, Farelo de trigo, Calcário, Mineral, premix, Ionóforo, Cloreto de amônio	-	-	5,77	38,9	18,01	5,02	26,69	62,56	-	-	-	-	-	-	-
9	Silagem de milho e silagem de capim-buffel	Milho moído, Farelo de soja, Calcário, Sal comum e Premix mineral	60:40	-	4,32	37,2	12,45	10,04	34,4	19,90	77,95	-	-	-	-	-	-

V:C Volumoso:concentrado; pH_i: pH inicial; pH_f: pH final; L: Luminosidade; a*: Intensidade da cor vermelha; b*: Intensidade da cor amarela; PPC: Perdas por cocção; FC: Força de cisalhamento; CRA: Capacidade de retenção de água; M:G: Relação músculo:gordura; M:O: Relação músculo:osso; AOL: Área de olho de lombo

Tabela 3 - Composição centesimal da carne avaliados nos estudos incluídos da revisão integrativa

Nº	Autores	Volumoso/Silagem	Concentrado	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)
1	Silva Sobrinho et al. 2002.	Silagem de milho	Milho grão, farelo de soja, f. Trigo e suplemento mineral	-	-	-	-
2	Andrade et al. 2009.	Silagem de grão de milho	Farelo de soja e suplemento mineral e ureia	-	-	-	-
3	Carvalho et al. 2018.	Silagem de milheto	Milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e ureia	74,46	0,91	20,32	2,07
4	Milewski et al. 2014.	Silagem Trevo vermelho, alfafa e grama	Farelo de cevada e premix	-	-	-	-
5	Zeola et al. 2021.	Silagem de milho	Milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, suplemento mineral e vitamínico	-	-	-	-
6	Oliveira et al. 2023.	Silagem de sorgo e palha de milho	Milho moído, farelo de soja, ureia, sal comum e suplemento mineral	75,19	1,40	21,50	2,22
7	Ferreira et al. 2022	Silagem de casca de laranja e feno de tifton-85	Farelo de soja e milho moído	70,00	1,00	23,00	3,00
8	Protesa et al. 2018.	Silagem de sorgo e silagem de soja	Milho moído, Farelo de soja, Farelo de trigo, Calcário, mineral, premix, Ionóforo, Cloreto de amônio	74,83	1,19	20,63	2,69
9	Silva et al. 2021.	Silagem de milho e silagem de capim-buffel	Milho moído, Farelo de soja, Calcário, Sal comum e Premix mineral	73,73	1,13	24,66	2,34

% - Porcentagem

Tabela 4: Ácidos graxos (g/100g de carne) avaliados nos estudos incluídos na revisão integrativa

Autores	Volumoso	Concentrado	ΣAGS	ΣAGM	ΣAGPI	Σn6	Σn3	AGPI:AGS	n6:n3	IA	IT
Carvalho et al. 2018.	Silagem de milheto	Milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e ureia	44,94	36,70	11,0385	8,01	2,73	0,25	2,93	0,81	1,15
Milewski et al. 2014.	Silagem Trevo vermelho, alfafa e grama	Farelo de cevada e premix	54,59	38,93	6,92	4,72	1,2	0,13	3,90	1,02	2,05
Zeola et al. 2021.	Silagem de milho	Milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, suplemento mineral e vitamínico	49,99	43,05	6,44	5,8	0,25	0,13	23,2	0,79	6,87
Ferreira et al. 2022.	Silagem de casca de laranja e feno de tifton-85	Farelo de soja e milho moído	1,60	12,26	1,57	1,57	0,20	0,10	7,85	0,73	2,15
Protesa et al. 2018.	Silagem de soja /silagem de sorgo	Milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, calcário, mineral, premix, ionóforo, cloreto de amônio	52,83	36,3	9,33	7,66	1,56	0,18	5,67	0,91	-

AGS: Ácidos graxos saturados; AGM: Ácidos graxos monoinsaturados; AGP: Ácidos graxos poliinsaturados; N6: Ômega 6; N3: Ômega 3; IA: Índice de heterogeneidade; IT: Índice de trombogenicidade.

4. DISCUSSÃO

Os estudos analisados apresentaram elevado grau de confiabilidade e rigor metodológico, uma vez que todas as etapas da seleção foram revisadas em pares. O DIC foi o mais empregado, considerando os ovinos como unidades experimentais. Além disso, em trabalhos que avaliaram a qualidade da carne, o DIC foi utilizado como covariável nos modelos estatísticos.

A predominância do DIC nos estudos avaliados decorre da maior homogeneidade dos animais experimentais, condição que contribui para a redução da variabilidade residual e aumenta a precisão na comparação entre os tratamentos. Embora o DBC também represente uma estratégia eficaz, sua aplicação consiste em agrupar as unidades experimentais em blocos homogêneos e, dentro de cada bloco, alocar os tratamentos de forma aleatória. Esse procedimento contribui para reduzir a variação experimental e aumentar a precisão dos resultados.

O pH é um parâmetro importante na avaliação da qualidade da carne, uma vez que suas variações afetam diretamente a suculência, a textura e a capacidade de retenção de água (Souza e Ribeiro, 2021).

Os valores adequados de pH no momento do abate (0 h) situam-se entre 7,2 e 7,4, enquanto após 24 h tendem a reduzir, variando de 5,8 a 5,4 (Ribeiro *et al.*, 2021). Entre os nove estudos analisados, apenas um avaliou o pH inicial, reportando valor de 6,55. Após o abate, o pH da carne tende a reduzir em função do acúmulo de ácido láctico nos músculos, proveniente da conversão anaeróbica do glicogênio. Esse declínio é fisiológico e desejável, sendo que valores entre 5,4 e 5,8 são considerados ideais para assegurar boa capacidade de retenção de água e maciez da carne (López Bote e Calvo, 2023). Em 30% dos estudos, o pH 24h variou de 4,32 a 5,77. Valores de pH muito baixos nem sempre estão associados apenas à dieta, podendo estar relacionados, principalmente, ao período pré-abate, ao estresse sofrido pelos animais e às condições de manejo nesse processo, fatores que podem comprometer a qualidade da carne.

Em relação à avaliação da cor, 60% dos artigos analisados mensuraram os parâmetros L* (33,67% a 49,04%), a* (10,54% a 18,01%) e b* (3,54% a 10,04%). O índice L* está relacionado à luminosidade, indicando o grau de claridade ou escuridão da carne; o a* expressa a intensidade do vermelho; e o b* corresponde à tonalidade amarelada. A variação desses índices é fundamental para definir o aspecto visual da

carne, sendo utilizados como referência para identificar carnes com coloração vermelho-brilhante, considerada ideal pelos consumidores. A avaliação da carne constitui uma etapa essencial para estimar a qualidade do produto e sua aceitabilidade pelo consumidor, abrangendo todo o processo produtivo, desde o manejo pré-abate dos animais até a chegada do produto aos centros de distribuição, incluindo frigoríficos e supermercados. Além das análises previamente mencionadas, destacam-se as avaliações instrumentais, incluindo perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA), que fornecem parâmetros objetivos da qualidade da carne.

A FC refere-se à energia necessária para comprimir e seccionar uma porção da carne, geralmente medida com um texturômetro, simulando o nível de maciez percebido pelo consumidor. Valores de referência permitem classificar a carne quanto à sua maciez: segundo Cezar *et al.* (2014), carnes com resistência ao corte inferior a 22,26 N/cm² são consideradas macias; entre 22,26 e 35,60 N/cm², medianas; acima de 35,60 N/cm², duras; e quando ultrapassam 53,35 N/cm², extremamente duras.

Cerca de 66,66% dos estudos incluídos avaliaram a FC. Entre esses, realizou-se uma média dos tratamentos, e em quatro trabalhos os valores situaram-se na faixa mediana, sendo a silagem predominante a de milho ou milheto. Em um estudo, a FC foi inferior a 22,0 N/cm², com silagem de milho e capim-buffel, possivelmente associada à menor deposição de gordura intramuscular e a um melhor equilíbrio nutricional. Já o estudo que utilizou silagem de sorgo e silagem de soja como principal volumoso apresentou FC de 62,56 N/cm², classificada como carne extremamente dura.

A CRA indica a habilidade da carne de reter água durante moagem, prensagem ou corte (Pearce, 2011). Carnes com menor CRA perdem mais água, têm menor valor nutritivo e textura mais seca. Entre os estudos analisados, 33,33% avaliaram a CRA, com valores entre 37,23 e 77,95%. O menor valor foi observado em dietas com silagem de sorgo e soja, resultando em carne menos atrativa ao consumidor (Polli *et al.*, 2020).

Já a PPC é um parâmetro essencial na avaliação da qualidade da carne, pois está diretamente relacionada ao rendimento durante o preparo e ao nível de suculência da carne. Esse fenômeno ocorre devido à liberação de líquidos e gorduras durante o processo de cozimento, impactando tanto a textura quanto a aceitação sensorial da carne (Costa *et al.*, 2011). Assim como análises de cor e CRA, as PPC

podem estar relacionadas com o pH da carne à medida que aumente ou diminua o seu resultado.

As PPC constituem um parâmetro essencial na avaliação da qualidade da carne, estando diretamente relacionadas ao rendimento durante o preparo e à sua suculência. Esse fenômeno ocorre devido à liberação de líquidos e gorduras durante o cozimento, afetando tanto a textura quanto a aceitação sensorial da carne (Costa *et al.*, 2011). Assim como nas análises de cor e CRA, as PPC também podem estar associadas ao pH da carne, uma vez que alterações nesse parâmetro influenciam o grau de perda durante o cozimento. Estudos de PPC foram realizados em 66,66% dos artigos selecionados, apresentando valores entre 17,74% e 38,58%. Essas variações podem estar relacionadas não só ao tipo de alimentação fornecida, mas idade do animal ao abate, raça, sexo, estresse pré-abate.

Nesse contexto, valores mais baixos de PPC indicam melhor retenção de umidade, mesmo após o cozimento. No estudo em que o valor registrado foi de 17,74%, a principal fonte de volumoso utilizada foi a silagem de grão de milho. O maior valor registrado, 38,58%, refere-se ao estudo com silagem de sorgo e silagem de soja, indicando menor retenção de umidade e, conseqüentemente, maiores perdas, em correlação com a CRA. Esses resultados provavelmente está direcionado à dieta fornecida: silagens de milho apresentam maior concentração de amido, favorecendo maior deposição de gordura, que atua como barreira à perda de umidade e nutrientes durante o cozimento, além de características individuais de cada animal.

No que se refere à qualidade da carne, as características sensoriais estão relacionadas à composição centesimal, que pode variar em função de fatores como idade, sexo e raça dos animais. Além do peso ao abate, influenciado pelas condições da dieta, pelo tipo de volumoso fornecido e pela relação V:C, o teor de lipídios ou extrato etéreo merece destaque. Outros componentes químicos da carne, como umidade, cinzas e proteínas, também constituem variáveis importantes na avaliação da qualidade da carne (Leão *et al.*, 2011). De acordo com Zeola *et al.* (2004), carne ovina de qualidade apresenta valores ideais de umidade entre 76,1% e 76,2%, proteína entre 19,2% e 19,5%, cinzas entre 1,0% e 1,1% e extrato etéreo entre 2,0% e 2,4%, parâmetros que indicam equilíbrio adequado dos componentes químicos da carne.

Aproximadamente 50% dos artigos incluídos analisaram a composição centesimal, apresentando resultados próximos aos valores de referência, com

umidade variando entre 70,0% e 75,2%, proteínas entre 20,3% e 23%, cinzas entre 0,9% e 1,4% e extrato etéreo entre 2,0% e 3,0%. Uma das principais causas dessas variações está relacionada ao tipo de dieta fornecida e à relação V:C. A composição química é fundamental para a qualidade da carne. Valores ideais de umidade, proteína, lipídios e cinzas asseguram seu valor nutricional, estabilidade físico-química e atratividade sensorial.

A composição tecidual, é composta pelas diferentes proporções de gordura, ossos e músculos os quais são influenciados por diferentes fatores, dentre eles, idade, genética, sistema de manejo, bem como diferentes tipos de dietas. Estes influenciam diretamente no peso ao abate, além da característica racial que desempenha um papel fundamental na composição dos tecidos dos cortes comerciais que forma a carcaça (Silva Sobrinho *et al.*, 2002).

A composição tecidual da carcaça pode ser expressa por meio de razões como músculo:gordura e músculo:osso, importantes indicadores do rendimento comercial e da qualidade da carne. Relações mais elevadas de músculo em relação à gordura e ao osso são desejáveis tanto do ponto de vista produtivo quanto da aceitação do consumidor. No caso da relação músculo:osso, observa-se crescimento simultâneo de ambos os tecidos, mas, à medida que o animal amadurece, a deposição muscular tende a superar a formação óssea. Essas relações são influenciadas pelos fatores previamente mencionados. Apenas 10% dos trabalhos analisaram a proporção de músculo e gordura, enquanto a proporção de osso foi avaliada em cerca de 20% dos estudos.

Os ácidos graxos saturados (AGS) são caracterizados pela ausência de duplas ligações em sua estrutura, podendo aumentar o risco de doenças cardiovasculares, com exceção do ácido esteárico (C18:0), precursor do ácido oleico e encontrado em maior quantidade na carne ovina (Della Malva *et al.*, 2016). Os principais AGS incluem o ácido palmítico (C16:0), mirístico (C14:0) e láurico (C12:0). Já os ácidos graxos insaturados (AGI) possuem uma ou mais duplas ligações, conferindo maior flexibilidade à sua estrutura e sendo associados a benefícios à saúde. Os AGI são classificados em monoinsaturados, como o ácido oleico (C18:1, ômega-9) e palmitoleico (C16:1), e polinsaturados, como o ácido linoleico (C18:2, ômega-6), araquidônico (C20:4, ômega-6), α -linolênico (C18:3, ômega-3), eicosapentaenoico (EPA; C20:5, ômega-3) e docosa-hexaenoico (DHA, C22:6, ômega-3) (Lopes *et al.*,

2012). Essas diferenças estruturais resultam, em grande parte, do processo de biohidrogenação ruminal e processos de alongação de cadeia.

A biohidrogenação ruminal é um processo microbiano no qual os AGI são convertidos AGS, influenciando diretamente a composição lipídica dos produtos de origem animal. As modificações resultantes desse processo podem favorecer a incorporação de compostos bioativos funcionais na carne e no leite, contribuindo para a manutenção da saúde e a prevenção de doenças em consumidores (Sousa, 2022). Esse processo é importante uma vez que os AGI são tóxicos para os ruminantes e faz-se necessário essa transformação para AGS, no qual a carne de ruminantes são ricas. Nesse processo é formado ainda o CLA (ácido linoleico conjugado) que é um derivado do ácido linoléico apresenta efeitos anticancerígenos e benefícios à saúde humana, além de fontes endógenas incluindo a redução da gordura corporal e o fortalecimento do sistema imunológico (Buccioni *et al.*, 2012).

Em 50% dos estudos avaliados, foram relatados perfis de AG na carne ovina, embora alguns trabalhos tenham analisado apenas tipos específicos de AG. Um estudo apresentou níveis muito baixos de AGS, possivelmente devido ao uso de silagem de casca de laranja como volumoso, cuja baixa densidade energética e teor lipídico limitaram a incorporação de AGS, gerando um perfil lipídico atípico em comparação com dietas à base de milho ou sorgo, o teor de gordura foi semelhante aos demais.

5. CONCLUSÃO

A análise dos artigos mostrou que o tipo de silagem exerce influência direta sobre a qualidade da carne de cordeiros confinados. A silagem de milho foi apresentou os melhores resultados, tanto na composição tecidual, com relações músculo:gordura, quanto nas características físico-químicas, como menor perda por cocção e maior capacidade de retenção de água. Quanto ao perfil de ácidos graxos, a variação foi acordo com o tipo de volumoso, sendo dietas com maior teor de amido mais favoráveis à formação de perfis lipídicos desejáveis.

Embora a silagem de milho seja considerada padrão, silagens alternativas merecem maior exploração, visando à redução de custos e à manutenção da qualidade da carne, podendo ser investigadas de forma mais detalhada em estudos futuros.

6. REFERÊNCIAS

- AKSOY, Y.; ULUTAŞ, Z. Meat production traits of local Karayaka sheep in Turkey 1: The meat quality characteristic of lambs. **Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti**, v. 28, n. 1, 2016.
- BUCCIONI, A. *et al.* Metabolismo lipídico no rúmen: novos insights sobre lipólise e biohidrogenação com ênfase no papel de fatores endógenos da planta. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, n. 1-2, p. 1-25, 2012.
- BUENO, A. V. I. *et al.* Ensiling total mixed ration for ruminants: a review. **Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. de. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Agropecuária Tropical, v. 147, 2007.
- COSTA, R. G. *et al.* Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1781-1787, 2011.
- DA SILVA MAGALHÃES, T. *et al.* Chitosan and cottonseed processing method association on carcass traits and meat quality of feedlot lambs. **PLoS One**, v. 15, n. 11, p. e0242822, 2020.
- DA SILVA, E. I. C. Efeitos da raça e do manejo nutricional sobre as características de qualidade da carcaça e da carne em ovinos. 2024.
- DA SILVA, M. *et al.* Composição química, perfil fermentativo e econômico de silagem a base de capiaçu, feijão guandu e milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 774-789, 2024.
- DE ANDRADE, M. B. *et al.* Características da carcaça e da carne de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes proporções de silagens de grãos de milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 183-189, 2009.
- DE ARRUDA, P. C. L. *et al.* Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.
- DE CARVALHO, G. G. P. *et al.* Effects of pearl millet silage ammoniation with urea on carcass and meat quality of lambs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 5, p. 1154-1166, 2018.
- DE MOURA NETO, J. B. *et al.* Componentes constituintes e não constituintes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com farelo de manga em substituição ao milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 437-448, 2014.
- DE OLIVEIRA, J. P. *et al.* Tecnologias da raça Santa Inês: uma revisão. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 3, p. e71236-e71236, 2024.
- DE SÁ, M. K. N. *et al.* Silagem de palma forrageira com *Gliricidia Sepium*: alternativa alimentar para o Semiárido. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e27210212473-e27210212473, 2021.
- DE SOUSA, S. V. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Veterinária e Zootecnia**, v. 29, p. 1-12, 2022.

- DELLA MALVA, A. *et al.* Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamurana lamb meat. **Small Ruminant Research**, v. 135, p. 39-45, 2016.
- FERREIRA, A. C. D. *et al.* Orange peel silage in lamb feeding improves meat fatty acid profile. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 6, p. 2629-2642, 2022.
- FLUCK, A. C. *et al.* Composição química da forragem e do ensilado de azevém anual em função de diferentes tempos de secagem e estádios fenológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 06, p. 1979-1987, 2018.
- GIRÁLDEZ, F. J. *et al.* Divergent values in feed efficiency promote changes on meat quality of fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v. 198, p. 106353, 2021.
- GIRARD, M. *et al.* Forage legumes rich in condensed tannins may increase n-3 fatty acid levels and sensory quality of lamb meat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 6, p. 1923-1933, 2016.
- LEÃO, A. G. *et al.* Nutritional characteristics of meat from lambs finished with diets containing sugar cane or corn silage on two levels of concentrate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1072-1079, 2011.
- LOPES, J. E. *et al.* Perfil dos ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros submetidos aos sistemas de produção com dieta experimental e convencional. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA**, v. 17, n. 3, p. 5, 2023.
- LOPES, L. S. *et al.* Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 978-985, 2012.
- LÓPEZ-BOTEA, C.; CALVO, L. Chemical and biochemical constitution of muscle (Capítulo 4). In: Lawrie's Meat Science. 9^a ed. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2023. p. 105-157.
- LUCENA, R. L.; FERRER, É.; GUILHERMINO, M. M. Mitigando os riscos da seca através de ações de recuperação e preservação do bioma caatinga no semiárido brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 36546-36557, 2021.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 17, p. 758-764, 2008.
- MILEWSKI, S. *et al.* Effect of feeding silages from different plant raw materials on the profile of fatty acids, cholesterol, and vitamins A and E in lamb meat. **Acta Veterinaria Brno**, v. 83, n. 4, p. 371-378, 2014.
- MILTENBURG, G. A. *et al.* Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 2766-2772, 1992.
- MOURA, M. M. A. *et al.* Estratégias de manejo para a cultivar BRS capiaçu: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69353-e69353, 2024.
- OLIVEIRA, A. B. de *et al.* Effects of corn straw on meat characteristics of lambs in the Brazilian semi-arid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 4, p. e20200395, 2023.

- PAZDIORA, R. D. *et al.* Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 2093-2102, 2019.
- PEARCE, K. L. *et al.* Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review. **Meat Science**, v. 89, n. 2, p. 111-124, 2011.
- PITOMBO, R. S. *et al.* Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1203-1207, 2013.
- POLLI, V. A. *et al.* Estresse térmico e qualidade da carne ovina – uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e595997578-e595997578, 2020.
- PROTESA, V. M. *et al.* Effects of soybean silage on feeding behavior, performance, and meat quality of lambs. **Small Ruminant Research**, v. 164, p. 64–69, 2018.
- Resende, K. T. D., Silva, H. G. D. O., Lima, L. D. D., & Teixeira, I. A. M. D. A. (2008). Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 161-177. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300019.
- RIBEIRO, C. C. de S. *et al.* New alternatives for improving and assessing the color of dark-cutting beef—a review. **Scientia Agricola**, v. 79, p. e20200079, 2021.
- ROMAN, A. R.; FRIEDLANDER, M. R. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. **Cogitare Enferm**, v. 3, n. 2, p. 109-12, 1998.
-
- SILVA SOBRINHO, A. G. da *et al.* Efeitos da relação volumoso:concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1017-1023, 2002.
- SILVA, E. G. *et al.* Carcass characteristics and meat quality of sheep fed buffelgrass silage to replace corn silage. **South African Journal of Animal Science**, v. 51, n. 2, p. 231-240, 2021.
- SOUZA, S. da C.; RIBEIRO, L. F. Aplicação do bem-estar animal e abate humanitário de bovinos para a garantia da qualidade da carne. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 28, 2021.
- SU, R. *et al.* Effects of physical exercise on meat quality characteristics of Sunit sheep. **Small Ruminant Research**, v. 173, p. 54-58, 2019.
- WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005.
- ZEOLA, N. M. B. L. *et al.* Meat quality of lambs fed phytogenic additives. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6, p. 38-83, 2021.

**CAPÍTULO II: COMPOSIÇÃO TECIDUAL, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS E PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS
COM SILAGEM DE RAÇÃO EM MISTURA TOTAL CONTENDO PORNUNÇA
(*Manihot* sp.)**

RESUMO

A conservação de forragens compreende um conjunto de práticas voltadas ao armazenamento de alimentos com o propósito de manter sua qualidade nutricional. Com a realização deste estudo objetivou-se avaliar a composição tecidual da perna, as características físico-químicas e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados em confinamento, alimentados com silagem de ração em mistura total (RMT), contendo Pornunça (*Manihot* sp.) como fonte de volumoso, em diferentes relações volumoso: concentrado (V:C). Para tanto, foram utilizados 32 cordeiros mestiços, inteiros, com peso corporal (PC) inicial médio de $19,6 \pm 2,10$ kg (média $\pm$ desvio-padrão), em delineamento experimental de blocos completos casualizado, em arranjo fatorial 2×2 , sendo duas formas de fornecimento (RMT fermentada e RMT fresca) e duas relações V:C (40:60 e 50:50), com base na matéria seca (MS), sendo: T1 = SRMT40:60; T2 = SRMT50:50; T3 = RMT40:60 e T4 = RMT50:50. O experimento teve duração de 60 dias, dos quais 10 dias para adaptação e 50 dias para coleta de dados. Os dados foram analisados usando modelos mistos, sendo os tratamentos e suas interações considerados efeitos fixos e os efeitos de bloco e o erro experimental, efeitos aleatórios. Quando a interação foi significativa foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade. As médias foram comparadas pelo teste ajustado de Tukey, sendo consideradas diferentes quando $P \leq 0,05$. Houve efeito de interação entre as formas de fornecimento e a relação volumoso: concentrado sobre o consumo de MS g/dia ($p = 0,04$), consumo de MS % PC/dia ($p = 0,04$) e GMD (g/dia; $p = 0,03$). A composição tecidual da perna apresentou efeito de interação em relação ao peso dos ossos (g/100g; $p = 0,02$). Em relação às propriedades físico-químicas, observou-se efeito da relação V:C na proporção 50:50 sobre as PPC ($p = 0,03$). Com relação aos AGMI houve diferença significativa no C:15:1 ($p = 0,005$) na forma de fornecimento, assim como nos AGPI C:18:3 *n*-3 na forma de fornecimento e C:20:3 na relação v:c ($p = 0,02$). Para as relações dos ácidos graxos, foi observado interação FF x V:C para o grupo dos ácidos graxos desejáveis ($p = 0,02$), assim como para $\Delta 9$ -dessaturase C:16 ($p = 0,02$) e $\Delta 9$ -dessaturase C:18 ($p = 0,04$). Para o grupo elongase houve diferença significativa para FF e V:C ($p = 0,05$). A silagem de Pornunça (*Manihot* sp.) proporcionou bom desempenho nos animais mantendo os parâmetros de qualidade de carne, sendo indicada para a alimentação de cordeiros confinados, como uma fonte de alimentação alternativa especialmente na forma de silagem + concentrado, a fim de manter as características de aproveitamento, maiores ganhos e diminuir custos em relação a outros alimentos.

Palavras-chave: Ácidos graxos, Longissímus lumborum, *Manihot* sp. Silagem, Volumoso:concentrado.

ABSTRACT

Forage conservation comprises a set of practices aimed at storing feed with the purpose of maintaining its nutritional quality. This study aimed to evaluate the leg tissue composition, meat quality, and fatty acid profile of confined lambs fed with total mixed ration (TMR) silage containing Pornunça (*Manihot* sp.) as a forage source under different forage-to-concentrate (F:C) ratios. The experiment was conducted at the Federal University of Piauí, Professora Cinobelina Elvas Campus. A randomized block design was used, in a 2 × 2 factorial arrangement, with two feeding systems. Thirty-two crossbred castrated lambs with an average initial body weight of 20 kg were used. Data were analyzed using mixed models with the MIXED procedure of SAS. Means were obtained by the LSMEANS command and compared using the Tukey-adjusted test, with significant differences declared at $P \leq 0.05$. An interaction effect was observed between feeding system and F:C ratio on dry matter intake (DMI; g/day, $p = 0.04$), DMI as %BW/day ($p = 0.04$), and average daily gain (ADG; g/day, $p = 0.03$). Leg tissue composition showed an interaction effect on bone weight (g/100 g; $p = 0.02$). Regarding physicochemical properties, an effect of the 50:50 F:C ratio was observed on cooking loss ($p = 0.03$). For MUFA, there was a significant difference in C15:1 ($p = 0.005$) in relation to the feeding system, as well as for PUFA C18:3 n-3 (feeding system) and C20:3 (F:C ratio; $p = 0.02$). For fatty acid ratios, an interaction between feeding system and F:C ratio was observed for the desirable fatty acid group ($p = 0.02$), as well as for $\Delta 9$ -desaturase C16 ($p = 0.02$) and $\Delta 9$ -desaturase C18 ($p = 0.04$). For the elongase index, a significant effect was found for both feeding system and F:C ratio ($p = 0.05$). Pornunça (*Manihot* sp.) silage promoted good animal performance while maintaining meat quality parameters and is therefore recommended for feeding confined lambs as an alternative feed source, particularly in the silage + concentrate form, to maintain utilization characteristics, achieve higher gains, and reduce feeding costs compared to other feedstuffs.

Keywords: Fatty acids, Forage-to-concentrate ratio, *Longissimus lumborum*, *Manihot* sp., Silage.

1. INTRODUÇÃO

A produção de silagem é uma necessidade fundamental para o produtor rural, especialmente em regiões com períodos de escassez de pastagem ou variações climáticas acentuadas, como o semiárido brasileiro. Nessa região, marcada por longos períodos de estiagem e baixa disponibilidade de forragem, a ensilagem de plantas resistentes à seca e/ou nativas da região, torna-se uma estratégia indispensável para garantir a alimentação do rebanho ao longo do ano (De Paula *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2024).

Ao conservar forragens adaptadas às condições climáticas locais durante os períodos chuvosos, o produtor assegura uma reserva alimentar de boa qualidade para a época seca, reduzindo a mortalidade animal e mantendo a produtividade. Além disso, essa prática contribui para melhor planejamento alimentar, uso racional dos recursos e maior sustentabilidade econômica e ambiental da propriedade rural. Considerar as forrageiras resistentes à seca como opção para ensilagem é extremamente importante, pois um dos principais motivos pelos quais há insucesso no uso dessa tecnologia é porque o critério mais utilizado, pelo produtor, para escolha do material a ser cultivado é a produtividade, seguido pelo valor nutritivo (Bernardes e Rego, 2014).

Neste contexto, a Pornunça (*Manihot* sp.), planta perene, xerófita da família Euphorbiaceae, resultante do cruzamento natural entre a mandioca (*Manihot esculenta*) e a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), consiste em importante recurso forrageiro para ruminantes (Vasconcelos *et al.*, 2010). A Pornunça tem se destacado como forrageira por sua elevada produção de biomassa, alta retenção foliar, tolerância a cortes sucessivos, vigor de rebrota e valor nutritivo (Voltolini *et al.*, 2010), com concentração de matéria seca em torno de 26,5% e conteúdo de proteína bruta aproximado de 23,0% (Lima *et al.*, 2022).

Além da ensilagem convencional, destaca-se como alternativa tecnológica a ensilagem de ração em mistura total (RMT), prática originada em países asiáticos, notadamente no Japão. Essa técnica consiste na mistura homogênea de ingredientes volumosos e concentrados, seguida do processo de ensilagem, o que permite que todos os componentes sejam submetidos à fermentação. Essa estratégia permite maior estabilidade nutricional, reduz variações na ingestão de nutrientes e favorece a eficiência produtiva dos ruminantes (Schader *et al.*, 2015; Moraes *et al.*, 2021). A

facilidade no manejo alimentar, o aumento no consumo de MS e melhoras na digestibilidade dos nutrientes, principalmente em sistemas de produção intensivos, constituem vantagens adicionais à ensilagem de RMT (Borba *et al.*, 2025).

Essa tecnologia possibilita a elaboração de uma alimentação com maior homogeneidade do material, evitando a seleção dos ingredientes pelos animais e promovendo maior estabilidade ruminal. Essa característica mantém o pH ruminal mais equilibrado, assegura o fornecimento constante de nutrientes aos microrganismos e melhora a eficiência de utilização da energia e da proteína, além de possibilitar o uso de ingredientes menos palatáveis na dieta (Hosoda *et al.*, 2019). Além disso, a ensilagem de RMT reduz os custos associados à colheita e transporte de forragem fresca, requerendo menos investimento em infraestrutura, máquinas e mão de obra para a preparação da ração.

Na ovinocultura, independentemente do modelo de produção, a carne constitui o principal componente de interesse econômico e nutricional. Dentre os fatores que influenciam a qualidade da carne, destaca-se a composição da dieta que o animal consome (Magalhães *et al.*, 2020). O aumento da proporção de concentrado em dietas à base de forragem para ruminantes em crescimento pode melhorar a eficiência produtiva, reduzindo a produção de calor visceral e o custo energético associado à excreção da MS fecal e do nitrogênio urinário (Moody *et al.*, 2007). Dietas com adequado balanço energético e proteico, favorecem o desenvolvimento das fibras musculares e o acúmulo de gordura intramuscular, que contribuem para a suculência e o sabor da carne. O perfil de ácidos graxos da carne também é afetado pela dieta, sendo determinado principalmente pela absorção dos lipídios ingeridos e pela biohidrogenação ruminal (Buccioni *et al.*, 2012; Protes *et al.*, 2018; Lopes *et al.*, 2023).

Diante do exposto, nós hipotetizamos que a silagem de RMT (ração fermentada), contendo Pornunça em diferentes relações volumoso: concentrado, possa substituir a RMT fresca (concentrado misturada à silagem no momento do fornecimento) sem prejuízos no desempenho, na composição tecidual e nas características físico-químicas e no perfil lipídico da carne de cordeiros terminados em confinamento. Para verificar essa hipótese, o presente estudo avaliou a composição tecidual da perna, as características físico-químicas e o perfil lipídico da carne de cordeiros terminados em confinamento, alimentados com silagem de RMT e RMT contendo pornunça, em diferentes relações volumoso:concentrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento e considerações éticas

O experimento foi realizado no Setor de Pequenos Ruminantes da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI-CPCE), Bom Jesus, Piauí, Brasil (9°4 '28 " de latitude Sul e 44°21' 31" de longitude Oeste). Todas as práticas de manejo seguiram as recomendações da Comissão de Ética no Uso de Animais em Pesquisa (CEUA-UFPI; sob o protocolo 016/2023).

2.2 Produção das silagens

Para produção das silagens, a pornunça foi colhida em área experimental pertencente à UFPI, utilizando-se a parte aérea da planta, representada por folhas e caules mais tenros, quando a mesma atingiu 1,5 m de altura. Todo o material forrageiro foi processado em picadeira estacionária com tamanho médio de partículas de aproximadamente 2,0 cm, e armazenado em silos de tambores plásticos com capacidade para 200 L (densidade de 600 kg/m³) com tampa removível e selado com anel metálico e armazenada por período mínimo de 60 dias. Para a produção da silagem de RMT, o concentrado foi homogeneizado e misturado à forragem picada e em seguida ensilados como mencionados anteriormente. As silagens foram mantidas em galpão coberto até o início do experimento.

Algumas plantas do gênero *Manihot* podem ser tóxicas aos animais, dependendo de como são fornecidas, porque têm altos níveis de glicosídeos cianogênicos. Quando esses compostos são quebrados pela enzima linamarase, é formado o ácido cianídrico, considerado tóxico (Amorim *et al.*, 2005). A pornunça, porém, além de ter melhor potencial produtivo que outras plantas do mesmo gênero, apresenta níveis menores desses glicosídeos. Isso reduz o risco de intoxicação e oferece mais segurança ao produtor (Ferreira *et al.*, 2009).

2.3 Delineamento, animais, dietas e manejo experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 × 2, sendo duas formas de fornecimento (RMT fermentada e RMT fresca) e duas relações V:C (40:60 e 50:50), com base na matéria seca (MS), totalizando quatro tratamentos com oito repetições: T1 = silagem de RMT (40:60); T2 = silagem de RMT

(50:50); T3 = Silagem + concentrado misturados no momento do fornecimento (40:60) e T4 = Silagem + concentrado misturados no momento do fornecimento (50:50)

Foram utilizados 32 cordeiros mestiços de santa Inês e Dorper, inteiros, com peso corporal (PC) inicial médio de $19,6 \pm 2,10$ kg. Os animais foram mantidos em baias individuais, cobertas, contendo comedouro e bebedouro. A iluminação durante o dia foi natural e no período noturno artificial. O experimento teve duração de 50 dias, sendo precedidos de 10 dias de adaptação dos animais às instalações, manejo e dietas experimentais. Durante esse período, os animais foram vacinados contra clostridiose (Biovet Resguard Multi®, SP, Brasil), desparasitados por via oral vermífugo à base de cloridato de Levamisol 5% (Ripercol® L, SP, Brasil), e suplementados com misturas vitamínicas (A, D e E).

As rações foram formuladas para atender as exigências de ovinos em crescimento com ganho de 200 g/dia e maturidade tardia, segundo recomendações do NRC (2007). As rações foram isoprotéicas e compostas por silagem de pornunça e concentrado a base de milho, soja, calcário calcítico e suplemento mineral (Tabela 1).

Tabela 1 - Ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Forma de fornecimento (FF)			
	SRMT		RMT	
	40:60	50:50	40:60	50:50
Proporção dos ingredientes (g/kg MS)				
Pornunça (<i>Manihot</i> sp)	400	500	400	500
Milho moído	454	369	454	369
Farelo de soja	126	111	126	111
Calcário calcítico	5,00	5,00	5,00	5,00
Suplemento mineral ¹	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca (g/kg MN)	472	426	479	430
Cinzas	47,1	47,4	55,3	59,1
Proteína bruta	157	167	165	166
Extrato etéreo	29,2	28,9	35,4	35,3
Fibra em detergente neutro	380	444	367	425
Fibra em detergente ácido	326	387	292	353
Carboidratos não fibrosos	386	313	377	315
Ácidos graxos (g/100 g FAME)				
C14:0 (mirístico)	0,33	0,37	0,23	0,23
C16:0 (palmítico)	18,8	19,2	20,5	21,1
C18:0 (esteárico)	3,84	3,92	4,89	5,05
C18:1 c9 (oleico)	21,5	21,2	20,4	21,3

C18:2n6 (linoleico)	49,3	48,7	46,6	44,5
C18:3n3 (linolênico)	6,18	6,62	7,42	7,76
ΣAGS	23,1	23,5	25,6	26,4
ΣAGMI	21,5	21,2	20,4	21,3
ΣAGPI	55,4	55,3	54,0	52,3
ΣAGI	76,9	76,5	74,4	73,6

¹ (por kg do produto): Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Sódio 147 g; Enxofre 18 g; Zinco 3.800 mg; Manganês 1.300 mg; Cobalto 40 mg; Ferro 1.800 mg; Cobre 590 mg; Selênio 15 mg; Iodo 80 mg; Cromo 20 mg; Molibdênio 300 mg; Flúor (Max) 870 mg; MN = Matéria natural.

SRMT = silagem de ração em mistura total; RMT = ração em mistura total (silagem + concentrado).

ΣAGS = Soma dos ácidos graxos saturados; ΣAGMI = Soma dos ácidos graxos monoinsaturados; ΣAGPI = Soma dos ácidos graxos polinsaturados; ΣAGI = Soma dos ácidos graxos insaturados.

O fornecimento das dietas e de água foi *ad libitum*. A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias (08:00 e 16:00 h) na forma de mistura completa. A quantidade ofertada e as sobras foram quantificadas diariamente para calcular a ingestão voluntária e assegurar pelo menos 10% de sobras. Amostras da silagem RMT (SRMT), silagem de pornunça e do concentrado foram tomadas semanalmente. Amostras das sobras foram coletadas diariamente, antes do fornecimento da nova alimentação e uma amostra composta por animal foi formada semanalmente, posteriormente, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em *freezer* a -20 °C. Após o descongelamento, amostras de volumoso, concentrado e sobras foram submetidas a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60 °C durante 72 horas. Em seguida, foram trituradas em moinhos de faca tipo *Willey* com peneira de 1 mm e armazenadas em recipientes plásticos com tampa, realizando as devidas análises no laboratório de Nutrição Animal da UFPI.

2.4 Análises químicas dos alimentos

As amostras de silagem, ingredientes, SRMT e sobras foram analisadas quanto aos teores de MS (MS – Método no. 934,01), matéria mineral (MM – Método n°. 930.05), extrato etéreo (EE – Método n°. 920,39) e proteína bruta, usando o método de Kjeldahl (PB – Método n°. 981,10) de acordo com AOAC, (2012). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada segundo Van Soest *et al.* (1991), com modificações propostas pelo manual do dispositivo Ankon (Ankon Technology Corporation, Macedon, Nova Iorque, EUA). Para as análises de FDN foram utilizados sacos de tecido-não-tecido, (TNT – 100 g/m²), alfa-amilase termoestável (Termamyl 2x, Novozymes, América Latina Ltda.) foi usada, sem sulfito de sódio e não foi feita a correção para cinzas ou proteína. Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela

equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e os carboidratos não fibrosos (CNF) obtidos pela diferença entre CT e FDN, propostas por Sniffen *et al.* (1992).

2.5 Avaliação do desempenho

Os animais foram pesados semanalmente, em balança eletrônica (Balança Digital de Mão Bmax – capacidade 50 Kg) para acompanhar o ganho de peso. O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado pela diferença entre a concentração total de cada nutriente na ração oferecida aos cordeiros e a quantidade de nutrientes nas sobras. O ganho médio diário (GMD) foi calculado com base na diferença entre o peso corporal inicial e final dos animais dividido pelo número de dias do período experimental.

2.6 Abate, composição tecidual da perna e análise físico-química da carne

Ao final do experimento os animais permaneceram em jejum hídrico e alimentar de 16 horas e foram pesados para obtenção do peso ao abate (PA). Os animais foram encaminhados para o abatedouro do *Campus* Professora Cinobelina Elvas, onde permaneceram em baias cimentadas de 5 m² por um período de no máximo 2 h.

Para a realização do abate, os animais passaram por cateterização da veia jugular e aplicação do sedativo Xilazina (0,2 mg/kg de peso corporal) e anestesiado com Tiopental sódico (10 mg/kg peso corporal). Após a perda da consciência e abolição do reflexo palpebral foi aplicado 1 mL/kg peso corporal de Cloreto de potássio (10%). Posterior ao foi realizada a sangria, a esfolia e a evisceração e pesagem das carcaças para determinação do peso da carcaça quente. Após esses procedimentos, as carcaças foram transferidas para câmara frigorífica a 4°C e mantidas sob refrigeração por 24 horas, onde permaneceram penduradas em ganchos apropriados, mantendo-se distanciamento aproximadamente de 17 cm entre as articulações tarso-metatarsianas.

De cada meia-carcaça esquerda, foi retirado o músculo *Longissimus lumborum* (LL), e, em seguida, as amostras foram individualmente embaladas, identificadas, congeladas e armazenadas a -20 °C para posteriores análises físico-químicas e análises de ácidos graxos.

A avaliação dos parâmetros de cor foi realizada com auxílio de um colorímetro Minolta CR 300 (Minolta, 1998), operando no sistema CIE (L^* , a^* , b^*), 30 minutos após o abate, sendo L^* a luminosidade, a^* a intensidade da cor vermelha e b^* a intensidade

da cor amarela. O colorímetro foi calibrado padrão branco, usando iluminante D65. Antes da análise, as amostras foram expostas à temperatura ambiente durante 30 minutos para a formação da oximioglobina, principal pigmento responsável pela coloração vermelho brilhante da carne (Cañeque e Sañudo, 2000). Decorrido esse tempo, e conforme descrito por Miltenburg *et al.* (1992), as coordenadas L^* , a^* e b^* foram mensuradas em três pontos distintos da superfície interna do músculo, sendo calculada posteriormente a média das triplicatas de cada coordenada por amostra animal. O índice de saturação (croma; C^*) foi determinado usando os dados a^* e b^* de acordo com a seguinte equação:

$$C^* = \sqrt{(a^2) + (b^2)}.$$

A determinação das perdas de peso por cocção (PPC) foi realizada de acordo com a metodologia de Duckett *et al.* (1998), com avaliações realizadas em amostras de LL congeladas e liofilizadas, previamente pesadas com aproximadamente 1,5 cm de espessura, 3,0 cm de comprimento e 2,5 cm de largura e isentas de gordura subcutânea. As amostras foram cozidas em uma grelha (Max Grill Inox G-07) com o auxílio de um termômetro digital tipo espeto (OEM) inserido no centro geométrico de cada amostra, e o processo de cozimento ocorreu até que a temperatura interna da amostra atingisse 71° C. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas para obtenção da PPC, que foi calculada pela diferença de peso das amostras antes e depois de submetidas ao tratamento térmico, expressas em porcentagem.

Após a análise de PPC, duas amostras com aproximadamente 1,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de comprimento foram retiradas, paralelas às fibras musculares (AMSA, 2015). A força de cisalhamento (FC) foi medida por um texturômetro (G-R Manufacturing CO, modelo 3000) equipado com uma lâmina de cisalhamento do tipo Warner-Bratzler com carga de 25 kgf e velocidade de corte de 20 cm/ min. Os valores de FC obtidos foram expressos em Newtons (N) de acordo com o procedimento padrão recomendado pelo Meat Animal Research Center (Shackelford *et al.*, 1999).

Para a determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi utilizada a metodologia descrita por Santos-Silva *et al.* (2002). Foram pesadas aproximadamente 300 mg de amostra do músculo LL. Estas foram colocadas entre dois pedaços de papel filtro previamente pesados (P1) e prensadas por cinco minutos, com um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras foram removidas e, depois, pesados os

papéis (P2). A capacidade de retenção de água foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $CRA(\%) = \left(\frac{P_2 - P_1}{S} \right) \times 100$, em que que “S” representa o peso da amostra.

Para determinação da composição centesimal, as amostras do músculo LL foram trituradas e liofilizadas (Liobrás, Liotop, L101, Brasil) durante 72 horas para posterior determinação do teor de umidade, matéria seca, cinza e proteína bruta e lipídios da carne de acordo com as metodologias de AOAC (2012).

2.7 Composição tecidual da perna

As dissecações foram realizadas nas 32 pernas esquerdas dos animais abatidos, previamente armazenadas e posteriormente descongeladas gradativamente, sendo mantidas em temperaturas de 4°C por 24 horas. Com o auxílio de bisturi, pinça e tesoura foram separados os seguintes grupos tissulares: gordura subcutânea (localizada entre a pele e as massas do tecido muscular), gordura intermuscular (gordura que ocupa os espaços entre os músculos), músculo (peso total dos músculos dissecados após remoção completa de toda gordura aderida), osso (peso de todos os ossos da perna) e outros tecidos (tendões, linfonodos, nervos e vasos sanguíneos).

Após a dissecação da perna foram obtidos os pesos e rendimentos dos tecidos dissecados, sendo que a porcentagem dos componentes teciduais foi calculada em relação ao peso reconstituído da perna após a dissecação, visto que, durante esta, há uma considerável perda de água devido aos processos de evaporação e exsudação. Em seguida, foram calculadas as relações músculo:osso e músculo:gordura conforme Cezar e Souza (2007).

Durante a dissecação, os cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps femures*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) foram retirados e, posteriormente, pesados para cálculo do índice de musculosidade da perna de acordo com a seguinte fórmula: $IMP = \sqrt{\frac{P5M/CF}{CF}}$, em que P5M representa o peso dos cinco músculos (g) e CF o comprimento do fêmur (cm) (Purchas; Davies; Abdullah, 1991).

2.8 Perfil de ácidos graxos da carne

A extração e transesterificação dos AG dos alimentos foi realizada segundo metodologia descrita por Sukhija e Palmquist (1988) com tolueno, uma solução de cloreto de acetila e metanol anidro (1:10, v:v) e ácido nonadecanóico (19:0) como padrão interno. Os lipídios totais das amostras de LL liofilizadas foram extraídos usando uma mistura de clorofórmio e metanol (2:1, v/v) (Folch *et al.*, 1957). Em seguida, uma amostra de 30 mg de lipídios foi convertida em ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME) usando metóxido de sódio em metanol (0,5 N) e 1 mL de hexano contendo 19:0 (padrão interno), conforme descrito por Christie (1982).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás (Perkin Elmer Clarus 680) equipado com detector de ionização de chama e coluna DB – Fast FAME (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm). Os parâmetros de análises foram: temperatura do injetor 250 °C; temperatura do detector 280 °C; temperatura do forno programada para 50 °C por 1 minuto, aumentando 25 °C/min. até 194 °C; permanecendo nessa temperatura por 1 minuto, aumentando 5 °C/min. até 245 °C; permanecendo nessa temperatura por 5 minutos. O Hélio foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min. e as injeções foram realizadas no modo split (1:50) com volume de 1 µL. A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos picos das amostras com o tempo de retenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos de um padrão mix e a quantificação por normalização de áreas.

Após a identificação dos ácidos graxos, foi calculado o total de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), polinsaturados (AGPI), ácidos *n*-6 e *n*-3 e as relações AGMI:AGS e AGPI:AGS. A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada através dos índices relacionados abaixo:

Índice de trombogenicidade (IT) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum n-6) + (3 \times \sum n-3) + (\sum n-3 / \sum n-6)]$, (Ulbricht e Southgate, 1991).

Os Ácidos graxos desejáveis (AGD) foram determinados usando a equação citada por Rhee (1992):

$$AGD = (\sum AGMI + \sum AGPI + C18:0).$$

As atividades da $\Delta 9$ -desaturase C16, $\Delta 9$ -desaturase C18, e elongase foram estimadas pelas equações (Smet *et al.*, 2004):

$$\Delta 9\text{-desaturase C16} = [C16:1 / (C16:0 + C16:1)] \times 100;$$

$$\Delta 9\text{-desaturase C18} = [(C18:1 \text{ c-9}) / (C18:0 + C18:1 \text{ c-9})] \times 100;$$

$$\text{Elongase} = [(C18:0 + C18:1 \text{ c-9}) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 \text{ c-9})] \times 100.$$

2.9 Análises estatísticas

Os dados foram testados quanto à homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett; a normalidade dos erros, pelo teste de Shapiro-Wilk, pré-requisitos necessários para a análise de variância. Em seguida foram analisados usando modelos mistos através do procedimento MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), sendo considerados os efeitos de tratamento (forma de fornecimento e relação volumoso:concentrado) e suas interações como fixos e os efeitos de bloco e o erro experimental, como sendo aleatórios. Quando a interação (forma de fornecimento $\times$ relação V:C) foi significativa foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade (opção SLICE do SAS). As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS e comparadas pelo teste ajustado de Tukey e diferenças significativas foram declaradas quando $P \leq 0,05$. Um dado foi considerado um outlier e removido do banco de dados quando o resíduo studentizado esteve fora do intervalo de $\pm 2,5$.

O modelo matemático usado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + FF_j + V:C_k + (FF \times V:C)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = valor observado em cada unidade experimental; μ = média geral de todas as observações; β_i = efeito aleatório de bloco; FF_j = efeito fixo da forma de fornecimento (silagem de ração em mistura total ou silagem + concentrado); $V:C_k$ = Efeito fixo da relação volumoso: concentrado; $FF \times V:C$ = Efeito fixo da interação; ε_{ijkl} = efeito aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS

3.1 Desempenho e composição tecidual da perna

Verificou-se interação significativa entre os fatores para o consumo de MS ($P = 0,04$) e para o GMD ($P = 0,03$; Tabela 2). Observou-se que a RMT40:60 proporcionou maiores consumos de MS (958 g/dia; 4,00%PC/dia) e GMD (195 g/dia) quando comparados aos observados com a SRMT40:60 (776 g/dia; 3,42 %PC/dia e 135 g/dia, respectivamente). A FF influenciou o PCA ($P = 0,04$), independente da relação V:C,

sendo que a ração ofertada na forma de RMT promoveu maior PCA (28,3 kg; Tabela 2).

Tabela 2 – Desempenho, composição tecidual e índice de musculabilidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total, contendo Pornunça (*Manihot* sp.) em diferentes relações volumoso: concentrado (V:C)

Item	Forma de fornecimento (FF)				EPM	P-valor*		
	SRMT		RMT			FF	V:C	FF×V:C
	40:60	50:50	40:60	50:50				
Desempenho								
CMS (g/dia)	776b	821ab	958a	825ab	43,1	0,03	0,30	0,04
CMS (%PC/dia)	3,42b	3,52ab	4,00a	3,47ab	0,14	0,07	0,15	0,04
PC ao abate (kg)	26,0B	27,2B	29,1A	27,6A	1,02	0,04	0,80	0,10
GMD (g/dia)	135b	161ab	195a	154ab	15,0	0,08	0,60	0,03
EA	0,17	0,19	0,20	0,18				
Composição tecidual da perna (g/100 g)								
Perna (g) ^a	1606B	1748B	1946A	1802A	110	0,02	0,99	0,09
Fêmur (cm)	22,0	22,6	21,7	22,7	0,75	0,85	0,25	0,81
Músculo	65,2	63,4	64,3	62,8	1,87	0,69	0,38	0,92
Gordura	11,1	13,7	12,3	11,6	1,46	0,52	0,74	0,15
Osso	21,4a	19,8ab	19,1b	21,1ab	0,73	0,49	0,77	0,02
Outros tecidos	3,40	3,59	4,92	4,39	0,95	0,23	0,86	0,70
IM (g/cm)	0,26	0,26	0,29	0,26	0,01	0,35	0,28	0,19
Relações								
Músculo: osso	3,05	3,21	3,37	2,97	0,15	0,89	0,24	0,08
Músculo: gordura	5,88	4,63	5,23	5,41	0,85	0,62	0,90	0,14

SRMT = silagem de ração em mistura total; RMT = ração em mistura total (silagem + concentrado); MS = matéria seca; PC = peso corporal; GMD = ganho de peso diário; EPM = erro padrão da média; IM = índice de musculabilidade. EA: Eficiência alimentar

^a Peso da perna reconstituída

* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas diferem para a Forma de Fornecimento pelo teste ajustado de Tukey ($P < 0,05$).

As dietas ofertadas na forma de RMT proporcionaram maior peso da perna (1874 g; $P = 0,02$), independentemente da relação V:C (Tabela 2). Observou-se interação significativa entre a FF e a relação V:C ($P = 0,02$) para a proporção de ossos, sendo que a dieta com SRMT40:60 apresentou maior proporção (21,4 g/100 g) em comparação à RMT40:60 (19,1 g/100 g). O comprimento do fêmur e as proporções dos demais tecidos (músculo, gordura e outros) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas dietas. O índice de musculabilidade, bem como as relações músculo:osso e

músculo:gordura, também não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), com valores médios de 0,27 g/cm, 3,15 e 5,29, respectivamente (Tabela 2).

3.2 Propriedades físico-químicas do *Longissimus lumborum*

As dietas não influenciaram a composição centesimal da carne ($P > 0,05$), sendo observados valores médios de 76,3, 20,2, 2,12 e 0,88 g/100 g para umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas, respectivamente. A relação V:C influenciou as variáveis PPC ($P = 0,03$) e a luminosidade da carne ($P = 0,03$), com maiores valores observados na relação 50:50 (30,3 g/100 g e 37,6) em comparação à relação 40:60 (26,7 g/100 g e 34,7, respectivamente). As demais características físicas não foram influenciadas pelas dietas ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 34,0 g/100 g, 20,6 N/cm², 11,4, 5,60 e 9,46 para CRA, FC, intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) e croma, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Propriedades físico-químicas do *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total, contendo Pornunça (*Manihot* sp.) em diferentes relações volumoso: concentrado (V:C)

Item	Forma de fornecimento (FF)				EPM	P-valor*		
	SRMT		RMT			FF	V:C	FF×V:C
	40:60	50:50	40:60	50:50				
Características químicas (g/100 g de carne)								
Umidade	76,1	76,1	76,6	76,2	0,61	0,66	0,85	0,37
Proteína	20,6	19,6	19,9	20,6	0,68	0,80	0,78	0,22
Extrato etéreo	2,02	2,32	2,17	1,97	0,22	0,59	0,80	0,18
Cinzas	0,93	0,85	0,85	0,88	0,03	0,36	0,48	0,10
Características físicas								
CRA (g/100 g)	33,6	32,5	35,0	34,7	1,42	0,15	0,55	0,71
PPC (g/100 g)	25,1b	30,4a	28,3b	30,3a	1,65	0,35	0,03	0,31
FC (N/cm²)	20,3	18,1	19,5	24,5	3,50	0,43	0,70	0,31
Parâmetros de cor								
L*(Luminosidade)	34,4b	36,0a	35,1b	39,2a	0,65	0,11	0,03	0,36
a* (Vermelho)	10,6	12,7	10,5	11,8	0,61	0,68	0,20	0,77
b* (Amarelo)	6,38	5,08	5,61	5,33	0,21	0,53	0,07	0,23
C* (Croma)	9,33	8,11	11,0	9,41	0,52	0,15	0,17	0,85

SRMT = silagem de ração em mistura total; RMT = ração em mistura total (silagem + concentrado); CRA = capacidade de retenção de água; PPC = perdas por cocção; FC = força de cisalhamento; N =

Nilton; L* = luminosidade; a* = intensidade da cor vermelha; b* = intensidade da cor amarela; EPM = erro padrão da média;

* Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem para relação volumoso:concentrado pelo Teste ajustado de Tukey ($P < 0,05$).

3.3 Perfil de ácidos graxos da carne

Os animais alimentados com SRMT, independente da relação V:C, apresentaram carne com maior concentração de C15:1 (32,9 mg/100 g; $P = 0,005$) e C18:3 *n*-3 (13,5 mg/100 g; $P = 0,02$) comparados aos alimentados com RMT (26,3 e 11,4 mg/100 g, respectivamente). A relação V:C de 40:60 proporcionou carne com maior concentração de C20:2 (9,96 mg/100 g; $P = 0,02$). Os demais ácidos graxos não foram influenciados pelas dietas ($P > 0,05$; Tabela 4).

Tabela 4 – Composição de ácidos graxos (mg/100 g de músculo) do *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com silagem de ração em mistura total, contendo Pornunça (*Manihot* sp.) em diferentes relações volumoso: concentrado (V:C)

Item	Forma de fornecimento (FF)				EPM	P-valor*		
	SRMT		RMT			FF	V:C	FF×V:C
	40:60	50:50	40:60	50:50				
Ácidos graxos saturados (AGS)								
C14:0	30,1	32,0	35,1	32,2	3,71	0,48	0,88	0,52
C15:0	5,62	6,88	6,38	5,66	0,51	0,65	0,60	0,07
C16:0	401,1	426,5	463,7	435,4	40,6	0,38	0,97	0,51
C17:0	18,8	18,4	19,6	18,1	1,51	0,56	0,72	0,71
C18:0	350,5	331,1	373,4	369,0	32,8	0,35	0,72	0,82
Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)								
C15:1	34,8A	31,0A	27,2B	25,4B	1,86	0,005	0,10	0,55
C16:1	24,7	28,8	33,1	27,2	2,92	0,25	0,76	0,09
C17:1	23,5	22,0	23,3	20,0	1,30	0,40	0,07	0,45
C18:1 <i>t</i> -11	12,0	11,7	12,6	11,3	0,68	0,89	0,24	0,50
C18:1 <i>c</i> -9	661,6	674,3	751,1	721,5	68,4	0,29	0,89	0,74
Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI)								
C18:2 <i>n</i> -6	129,5	133,5	137,8	127,8	8,04	0,87	0,71	0,39
C18:3 <i>n</i> -3	12,3A	14,8A	11,2B	11,6B	1,16	0,02	0,11	0,23
C20:2	11,6a	8,33b	12,9a	8,70b	1,48	0,58	0,02	0,75
C20:4 <i>n</i> -6	58,9	60,8	59,8	55,0	3,08	0,41	0,63	0,28
C20:5 <i>n</i> -3	10,7	8,70	6,54	9,16	1,89	0,24	0,86	0,16

AG desejáveis	74,9ab	74,3b	75,2a	75,9a	0,52	0,01	0,66	0,02
Trombogenicidade	1,30	1,52	1,41	1,48	0,08	0,68	0,15	0,41
Atividade enzimática								
$\Delta 9$ -dessaturase C16	5,78b	6,40a	6,60a	5,91a	0,27	0,53	0,90	0,02
$\Delta 9$ -dessaturase C18	65,2b	66,9a	68,7a	65,9a	1,06	0,25	0,63	0,04
Elongase	70,3Ba	69,0Bb	70,7Aa	70,3Ab	0,41	0,05	0,05	0,30

SRMT = silagem de ração em mistura total; RMT = ração em mistura total (silagem + concentrado); EPM = erro padrão da média.

Σ AGS = Soma dos ácidos graxos saturados; Σ AGMI = Soma dos ácidos graxos monoinsaturados; Σ AGPI = Soma dos ácidos graxos polinsaturados;

Índice de trombogenicidade = $[(C14:0 + C16:0 + C18:0)] / [(0,5 \times \Sigma$ AGMI) + (0,5 $\times \Sigma$ n6 + (3 $\times \Sigma$ n3) + (Σ n3/ Σ n6)];

Ácidos graxos desejáveis = (AGMI + AGPI + C18:0)

* Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes diferem para forma de fornecimento e letras minúsculas distintas diferem para relação volumoso:concentrado pelo Teste ajustado de Tukey ($P < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

O potencial forrageiro da Pornunça para utilização na região semiárida tem sido evidenciado em diferentes estudos, sobretudo quando empregada na forma de silagem, apresentando resultados promissores quanto à produção e ao valor nutritivo (Amorim *et al.*, 2023; Campos *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2017). Além disso, a qualidade da SRMT elaborada com a Pornunça como fonte de volumoso já foi objeto de avaliação, contemplando aspectos fermentativos e a degradabilidade ruminal “*in situ*” (Sousa, 2022). No entanto, esse último estudo não incluiu a avaliação da resposta animal, particularmente em relação ao desempenho produtivo e às características físico-químicas e qualitativas da carne, aspectos fundamentais para a validação prática do uso dessa forrageira em dietas de ruminantes.

Diante desse contexto, o presente estudo foi concebido para testar a hipótese de que a Pornunça ensilada na forma de RMT proporcionaria desempenho e qualidade da carne semelhantes aos obtidos com a Pornunça ensilada separadamente e fornecida com o concentrado. No entanto, esperava-se que a relação V:C de 40:60 resultasse em melhor desempenho e qualidade da carne dos cordeiros, em virtude da maior disponibilidade de nutrientes, principalmente energia, considerando que as dietas foram formuladas para serem isoproteicas.

O consumo de MS é considerado fator determinante para o aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências nutricionais de manutenção e de ganho de peso (NRC, 2007). O maior consumo de MS observado na RMT40:60 em relação

a SRMT40:60, em parte, pode ser explicado pela diferença na concentração de MS entre as rações (479×472 g/kg; Tabela 1). No entanto, outro fator que pode ter contribuído para essa diferença pode ter sido a maior seleção do concentrado, exercida pelos animais quando receberam o concentrado no cocho. Estas suspeitas são reforçadas quando calculamos a MS efetivamente consumida (467×452 g/100 g, respectivamente para RMT40:60 e SRMT40:60) e observa-se que os cordeiros, de fato, alimentados com RMT40:60 consumiram mais MS.

Quanto ao GMD, nossa hipótese foi rejeitada, pois os maiores ganhos foram observados quando a RMT foi fornecida de forma fresca. O GMD de 195 g/dia, observado na RMT40:60, está próximo ao esperado que foi de 200 g/dia. No entanto, foram observados GMD abaixo do esperado, parte desse resultado atribuímos às diferentes dietas e parte ao grau de mestiçagem dos animais e, por isso, dificuldade em ganhar peso. Observou-se, na prática, que se tratava de animais oriundos de criatórios que adotavam o sistema extensivo de criação e que os animais tiveram pouco ou nenhum contato com dietas do tipo RMT, além da época que foi conduzido o experimento de setembro a novembro, sendo considerado os meses mais quentes do ano na região.

O GMD constitui um parâmetro determinante para a eficiência zootécnica e econômica dos sistemas de produção animal, por estar diretamente associado ao PC ao abate. Animais que apresentam maior GMD atingem o peso de abate em menor período, o que implica redução dos custos fixos por unidade produzida, aumento do giro de capital e, conseqüentemente, melhor aproveitamento do sistema produtivo (Andrade *et al.*, 2014)

A perna reconstituída representa o peso final obtido após a dissecação dos principais músculos, desconsiderando as perdas de umidade ocorridas durante o descongelamento; portanto, reflete de forma mais precisa o desenvolvimento muscular associado ao crescimento corporal. Portanto, o maior peso da perna dos animais alimentados com RMT pode ser atribuído ao maior PC ao abate dos animais, uma vez que este parâmetro está diretamente relacionado à quantidade total de tecido muscular depositado.

Embora as proporções de músculo, gordura e as relações músculo:osso e músculo:gordura não tenham sido afetadas pelas dietas, observou-se que cordeiros com menor proporção de osso na perna apresentaram maior GMD. Esse resultado, geralmente associado a maior desenvolvimento muscular e peso corporal (Silva

Sobrinho *et al.*, 2023), não se confirmou totalmente, pois a proporção de músculo e a composição química do *Longissimus lumborum* não variaram entre as dietas. Além disso, o comprimento do fêmur, que poderia influenciar o peso dos ossos, também não foi afetado.

A composição tecidual da perna está diretamente relacionada ao peso ao abate, refletindo o estágio fisiológico de crescimento dos ovinos. No presente estudo, a média da perna reconstituída foi de 1775,5 g, sem diferença entre tratamentos, possivelmente devido à idade e ao tamanho semelhantes dos animais, que apresentaram peso médio de abate de 27,5 kg. Ovinos mais leves tendem a apresentar maior proporção de osso e menor deposição de músculo e gordura (Carvalho *et al.*, 2016). Resultados semelhantes foram observados em estudos com silagem, nos quais a perna apresentou média de 2288 g em animais com peso de abate superior a 30 kg, não apresentaram diferenças (Carvalho *et al.*, 2022).

Embora avaliado em partes anatômicas diferentes, o comportamento da composição tecidual da perna, refletiu na composição centesimal avaliada no LL. Tais resultados reforçam que essas regiões refletem a influência do sistema alimentar sobre o desenvolvimento tecidual dos cordeiros, conforme relatado por Osório *et al.* (2002) e Silva Sobrinho *et al.* (2005), que destacam essas regiões como indicadoras do potencial produtivo e da qualidade da carcaça em pequenos ruminantes.

A composição química da carne observada no presente estudo apresentou valores de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas que variaram entre 76,1 e 76,6 g/100 g; 19,6 e 20,6 g/100 g; 1,97 e 2,32 g/100 g e 0,85 e 0,93 g/100 g, respectivamente. Estes resultados estão coerentes com os encontrados na literatura, a exemplo dos retratados por Zapata *et al.* (2001), que consideraram valores ideais para a composição química do LL variando entre 76,1 e 76,2 g/100 g para umidade; 19,2 a 19,5 g/100 g proteína, 1,0 a 1,1 g/100 g para cinzas e 2,0 a 2,4 g/100 g para extrato etéreo.

As dietas testadas apresentaram composição química semelhantes (Tabela 1), o que possivelmente contribuiu para a uniformidade nos resultados observados. Ademais, a composição centesimal é um parâmetro relativamente pouco sensível quando comparado a características como cor ou sabor, que podem refletir variações mais sutis na qualidade da carne. A fase fisiológica dos animais também constitui um fator relevante, considerando que se tratava de cordeiros jovens, em estágio intenso de deposição muscular e desenvolvimento de sua estrutura física (Góis *et al.*, 2017).

A FC e a CRA mantiveram-se dentro de padrões que não comprometeram a qualidade da carne, independentemente da FF ou relação V:C, podendo ser então considerada uma carne macia a mediana (valores menores que 22N/cm² até 35,60N/cm²) e com menores CRA, segundo Cezar e Sousa (2007).

A FC, diretamente associada à maciez, é influenciada por fatores pré e pós-abate (Silva *et al.*, 2016). Enquanto a CRA, ligada às proteínas miofibrilares, determina a suculência e a perda de nutrientes. A ausência de diferenças significativas sugere que os ajustes nutricionais avaliados não foram determinantes para modificar a textura ou a suculência da carne, indicando que esses atributos são mais sensíveis a aspectos relacionados ao manejo e ao estresse animal do que à composição da dieta.

Nos animais alimentados com dietas com menor relação V:C (40:60) observou-se carnes com menores PPC, independente da FF da dieta, isso indica que as dietas com maiores teores de concentrados favorecem uma menor perda, isso devido a maiores teores energéticos, maior produção de ácido propiônico resultando em maior deposição de gordura intramuscular, melhorando o marmoreio da carne o que contribuem na redução de exsudação durante o cozimento (Cherif *et al.*, 2012).

As PPC são amplamente reconhecidas como um indicador de qualidade da carne, pois estão diretamente relacionadas ao sabor, suculência e maciez, uma vez que envolvem a liberação de fluidos lipídicos e aquosos durante o aquecimento, os quais influenciam a textura e a aceitação sensorial do produto (Costa *et al.*, 2011). De modo geral, menores valores de PPC são desejáveis, por indicarem menor perda de água e gordura durante o cozimento, preservando a suculência da carne. No presente estudo, os valores médios de PPC permaneceram em torno de 30 g/100 g o que caracteriza uma carne de qualidade aceitável para o consumo humano.

A cor da carne constitui um dos principais atributos de qualidade percebidos pelo consumidor, sendo determinante no momento da compra. Na literatura, são encontrados valores médios para as coordenadas cromáticas da carne ovina que variam de 30,03 a 49,47 para L*; de 8,24 a 23,53 para a* e de 3,34 a 11,10 para b* (Bonacina *et al.*, 2011). No presente estudo, as dietas experimentais não promoveram alterações na intensidade de vermelho da carne, indicando que as concentrações de mioglobina muscular permaneceram constantes entre os tratamentos. Esse fato sugere que não houve modificações no tipo de fibra muscular nem ocorrência de estresse pré ou pós-abate que pudesse comprometer o metabolismo muscular e,

consequentemente, a oxigenação da mioglobina, modificando assim esse parâmetro (Jacob *et al.*, 2012).

A falta de efeito na intensidade da cor amarela da carne, possivelmente esteja associada a não alteração da deposição de pigmentos lipossolúveis e da composição da gordura intramuscular. É sabido que forragens conservadas, como silagens e fenos apresentam baixos teores de carotenoides, o que reduz a cor amarela, referente a gordura da carne (Leão *et al.*, 2012). Todavia, os valores encontrados estão consistentes com a variação considerada normal encontrada na literatura, como relato acima.

O índice de luminosidade (L^*) variou conforme a proporção de volumoso e concentrado na dieta. O tratamento com silagem e concentrado na proporção 50:50 apresentou o maior valor (39,2), indicando carne mais clara. Possivelmente o maior aporte energético favorece a deposição de gordura intramuscular e aumenta as reservas de glicogênio, intensificando a produção de ácido láctico, o que resulta em maior dispersão da luz no músculo. O índice de luminosidade (L^*) apresentou variação entre 34,4 e 39,2 nas diferentes proporções de V:C e FF. Embora a maioria dos valores observados esteja dentro da faixa considerada normal para carne ovina (30,0 a 38,0), conforme (Leão *et al.*, 2012).

De forma geral, a maioria dos AG encontrados no LL não foram modificados com a FF nem a relação V:C, possivelmente pela mínima absorção ou transferência desses AG da dieta para o tecido muscular (Pereira *et al.*, 2016). Dentre os AGS o C:14:0 e o C:16:0 são considerados hipercolesterêmico, estimulando a síntese endógena de colesterol e promove a elevação das concentrações de lipoproteína de baixa densidade (LDL), a qual está associada ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Moloney *et al.*, 2001; Ruiz- Núñez *et al.*, 2016).

Valores encontrados referentes a trabalhos com uso de silagens na qualidade de carne variaram com médias em AGS C:14:0 (18,28 a 79,98 mg/100g) e C:16:0 (213,5 a 731,63 mg/100g), o que para este estudo esteve nessa faixa de variação mesmo não havendo diferenças entre os tratamentos (C:14:0 - 32,35 e C:16:0 - 431,68 mg/100g) e espera-se valores sempre menores em relação à AG mirístico e palmítico devido à busca por uma alimentação cada vez mais saudável (Carvalho *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2023).

O C:18:0 é um dos principais AG encontrados na carne de ovinos, cerca de 16,98% a 31,05%, no entanto, mesmo fazendo parte do grupo dos saturados apresentam uma baixa participação no risco de doenças cardiovasculares (Mcafee *et al.*, 2010). Para este estudo, não apresentou influência do C:18:0 pela dieta, uma vez que pode ser atribuído ao fato de que o C18:1 cis-9 presente no músculo é majoritariamente proveniente da dessaturação endógena do C18:0, catalisada pela enzima $\Delta 9$ -dessaturase (Francisco *et al.*, 2019).

O C:18:1 c-9 foi o AGMI mais representativo, que por sua vez, tem relações benéficas na saúde humana, sendo este o que mais contribui para o perfil lipídico, principalmente na redução de colesterol e LDL e os AGs de cadeia impar são provenientes de microorganismos ruminais (Negele *et al.*, 2015). Para C:15:1, a diferença observada na FF, pode está associada a maior estabilidade fermentativa, onde foram observados maiores valores quando fornecido a silagem RMT (34,8 – 31 mg/100g de músculo), que possivelmente a fermentação e liberação dos AGs, ocorreram de forma mais uniforme e contínua, favorecendo assim a atividade microbiana no rúmen dos animais alimentados com essa dieta (Holanda *et al.*, 2011).

Os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) das séries ω -3 e ω -6 são essenciais, pois não podem ser sintetizados por humanos ou animais, sendo produzidos apenas por plantas através da enzima delta-15-dessaturase (Hull, 2011; Patterson *et al.*, 2011 e Calder, 2009). O ácido C18:3 n-3 não foi influenciado pelos tratamentos, embora tenha contribuído para o aumento de sua concentração no músculo *Longissimus lumborum*. No entanto, esse acréscimo não resultou em elevação dos ácidos graxos de cadeia longa (C20:5 n-3 – EPA), provavelmente devido à baixa eficiência dos processos de alongamento e dessaturação (Bessa *et al.*, 2015; Parente *et al.*, 2020).

Apesar do C:18:2 n-6 (Linoleico) não ter apresentado diferença, destaca-se que através de alongação e dessaturação, forma-se o C20:2 (Eicosadienóico) que apresentou diferença na relação V:C. O C:20:2 normalmente, não é tão evidenciado nas pesquisas, é um ácido graxo de menor relevância quantitativa quando comparado a outros AGPI de cadeias longas (como EPA e DHA), mas desempenham papéis importantes na formação de membranas celulares e é precursor da síntese de eicosanoides, associada ao metabolismo de sinalização celular e à manutenção da fluidez das membranas (Costa *et al.*, 2006).

Os eicosanoides são produzidos a partir da liberação de ácidos graxos da membrana celular, que são posteriormente metabolizados pelas enzimas ciclooxigenase ou lipooxigenase, que desempenham papel fundamental em processos fisiológicos e inflamatórios (Andrade e Carmo, 2006).

Os somatórios de Σ AGS, Σ AGMI e Σ AGPI não apresentaram diferenças, mas são indicadores cruciais do perfil lipídico da carne de ruminantes, os quais refletem tanto nas dietas quanto nos metabólicos endógenos e ruminais. A baixa contribuição de lipídios da porção associada a biohidrogenação, possivelmente fez com que o perfil lipídico muscular apresentasse forma semelhante entre os tratamentos, neutralizando possíveis diferenças na composição da dieta, mesmo com formas de fornecimentos ou relação V:C distintas (Jenkins *et al.*, 2008 e Scollan *et al.*, 2014). O que pode estar também atribuído ao Σ AGMI: Σ AGS, as diferenças na dieta não foram suficientes para superar os mecanismos de modulação endógena de ácidos graxos do animal, mantendo a proporção estável.

De acordo com, Scollan *et al.* (2006), para carne o valor esperado na relação Σ AGPI: Σ AGS normalmente é considerada baixa, o que seria em torno de 0,1, podendo chegar até 0,5 – 0,7 no caso de animais bem magros (>1% de gordura intramuscular). Para o nosso estudo foram observados valores de 0,30 a 0,33, o que não são alterados pela manipulação das dietas.

A relação Σ n-6: Σ n-3, importante indicador lipídico da carne, não foi afetada pelas dietas, assim como seus valores isolados (Σ n-6 e Σ n-3). Silagens tendem a reduzir o teor de AGPI, especialmente da série n-3, proveniente da fração volumosa. Esses resultados são relevantes, pois os metabólitos do n-6 podem causar inflamações e tumores, enquanto o n-3 tem efeito protetor, ressaltando a importância do equilíbrio entre essas relações para a saúde e o bom funcionamento do organismo. (Oliveira *et al.*, 2013). De acordo com a recomendação dessa relação deve ser $\leq$ a 4, o que para o nosso estudo o valor médio apresentado foi superior (8,42) podendo ser considerado tolerante à medida que esse valor aumente pode ocorrer um desequilíbrio lipídico (Wood *et al.*, 2003).

O C16:0, embora seja um AGS, é considerado benéfico por seu efeito cardioprotetor e influência na biohidrogenação ruminal. Essa modulação dos AG afeta o índice de trombogenicidade (IT), que variou de 1,30 a 1,52, dentro do esperado para carne ovina (1,33–1,58) segundo Ulbricht e Southgate (1991). O IT é relevante por

sua correlação com obesidade e risco de doenças cardiovasculares, o que para este estudo não foi observado diferenças.

Uma maior atividade enzimática de $\Delta 9$ -dessaturase C:16 e $\Delta 9$ -dessaturase C:18 foi observada para todos os tratamentos, exceto, para a SRMT na proporção 40:60. A C16 $\Delta 9$ -dessaturase é responsável pela dessaturação de AGS com 16 e 18 carbonos, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados com dupla ligação no carbono 9.

A $\Delta 9$ -dessaturase C:18 neste estudo pode ser explicada pela variação no fornecimento de substratos ruminais C18:0 e C:18:1 t-11, uma vez que, é responsável pela conversão de C18:0 em C18:1c9 e pela transformação do C:18:1 t-11 em CLA sendo, portanto, determinante no perfil de ácidos graxos da carne. A atividade dessa enzima é regulada pela dieta, podendo ser estimulada por fontes energéticas ricas em carboidratos e inibida por ácidos graxos poli-insaturados (Conte *et al.*, 2012).

A RMT e a relação V:C de 40:60 proporcionou maior atividade da enzima alongase, isso sugere que a dieta mais concentrada favoreceu o alongamento de ácidos graxos na carne, tendo em vista que, essa enzima tem como objetivo alongar AG de cadeia curta, convertendo C:16:0 em C:18:0, por exemplo (Bressan *et al.*, 2011). De forma concreta, observou-se esse comportamento no nosso estudo, onde C:16:0 (463,7 mg/100g de músculo) quando convertido para C:18:0 (373,4 mg/100 g de músculo) foi maior no tratamento fornecido na forma de RMT na relação 40:60, o que pode ser considerado benéfico devido o C:18:0 ser um AGS neutro.

5. CONCLUSÃO

Com base na composição tecidual da perna e nas características físico-químicas da carne dos cordeiros, conclui-se que a Pornunça (*Manihot* sp.) pode ser utilizada com segurança como fonte de volumoso tanto na forma de SRMT quanto na forma de RMT, nas relações V:C de 40:60 ou 50:50, sem prejuízo à qualidade da carne.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que o uso da Pornunça pode representar uma alternativa econômica e sustentável para sistemas de terminação de cordeiros em confinamento, especialmente em regiões semiáridas, onde há limitação de forragens convencionais. No entanto, ao considerar o peso corporal final e o ganho de peso, os resultados sugerem fornecer a silagem de Pornunça na forma de RMT, de preferência na relação V:C de 40:60. Portanto, esses resultados devem ser avaliados com cautela,

tendo em vista que, o principal critério usado na comercialização dos animais ainda é o peso corporal vivo ao abate e/ou o peso da carcaça.

REFERÊNCIAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. American Meat Science Association Educational Foundation, 2015. Disponível em: <http://www.meatscience.org>. Acesso em: 20 de julho de 2025.

AMORIM, S.L., MEDEIROS, R.M.T.; RIET-CORREA, F. Intoxicação experimental por *Manihotglaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 179-187, 2005.

ANDRADE, I. R. A. *et al.* Desempenho produtivo e econômico do confinamento de ovinos utilizando diferentes fontes proteicas na ração concentrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 717-730, 2014.

ANDRADE, P. M. M.; CARMO, M. G. T. N-3 fatty acids: a link between eicosanoids, inflammation and immunity. **Nm-metabólica**, v. 8, n. 3, p. 135-143, 2006.

Association of Official Analytical Chemistry - **AOAC. Official methods of analysis**. 19. ed. Washington, DC: AOAC, 2012.

Association of Official Analytical Chemists - **AOAC. Official methods of analysis**. 17. ed. Washington, DC: AOAC, 2000. 220 p.

BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal Dairy Science**, 97, 1852-1861, 2014.

BESSA, R. J.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, p. 1325-1344, 2015.

BRESSAN, M. C. *et al.* Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 1, p. 221-232, 2011.

BONACINA, MARLICE SALETE ET AL. INFLUÊNCIA DO SEXO E DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO DECORDEIROS TEXEL× CORRIEDALE NA QUALIDADE DA CARÇA E DA CARNE. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, V. 40, P. 1242-1249, 2011.

BORBA, L.P.; ANDRIOTTI, N.M.; ROSA, P.P.; ÁVILA, B.P.; FOSS, J.A.M.; MAIA, F.J.; BAUNGRATZ, A.R.; VENTURINI, T. Dieta total ensilada na alimentação de ruminantes: uma revisão. In: *Nutrição animal: Novas perspectivas e avanços para a sustentabilidade e otimização dos sistemas de criação*. Editora científica. Org. Fluck, A.C., Costa, O.A.D., Cardinal, K.M., v.1, Ed. 1, 344 p. 2025.

BUENO, A. V. I. *et al.* Ração total ensilada para ruminantes: uma revisão. **Agronomia**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.

CALDER, P. C. *et al.* Inflammatory disease processes and interactions with nutrition. **British Journal of Nutrition**, v. 101, supl. 1, p. S1-S45, 2009.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en ruminantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimenticia, 2000. 255 p.

Carvalho, S., Zago, L.C., Pires, C.C., Martins, A.A., Venturini, R.S., Lopes, J.F., Moro, A.B., 2016. Tissue composition and allometric growth of tissues from commercial cuts and carcass of Texel lambs slaughtered with different weights. *Semin. Cienc. Agrar.* 37, 2123-2132. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4p2123>.

CARVALHO, A. F. de *et al.* Tissue composition and meat quality of lambs fed diets containing whole-plant sesame silage as a replacement for whole-plant corn silage. **Small Ruminant Research**, v. 216, p. 106799, 2022.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e tipificação**. Campina Grande: Editora Universidade Federal de Campina Grande, 2007. 120 p.

CHRISTIE, W. W. A. Simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl esters. **Journal of Lipid Research**, v. 23, p. 1072-1075, 1982.

CONTE, G. *et al.* Effect of dietary polyunsaturated fatty acids on stearoyl CoA-desaturase gene expression in intramuscular lipids of lamb. **Italian Journal of Animal Science**, v. 11, n. 4, p. e79, 2012.

DE PAULA, T.A., VÉRAS, A.S.C., GOMES, R.N., FERREIRA, M.A. Produção de silagem: aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas -revisão sistemática. **Arquivos do Mudi**, 25, 127 -154,

DUCKETT, S. K. *et al.* Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing. **Meat Science**, v. 49, p. 19-26, 1998.

FERREIRA, A. C. D. *et al.* Orange peel silage in lamb feeding improves meat fatty acid profile. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 6, p. 2629-2642, 2022.

FERREIRA, A.L. *et al.* Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e epornunça. **Revista Brasileira de Saúde**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 983- 990, 2009.

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

FRANCISCO, A. E. *et al.* Relationship between rumen ciliate protozoa and biohydrogenation fatty acid profile in rumen and meat of lambs. **Plos One**, v. 14, p. e0221996, 2019.

GOIS, G. C. *et al.* Qualidade da carne de ovinos terminados em confinamento com dietas com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 6, p. 1653-1659, 2017.

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.

HOSODA, K., OHMORIB, H.; NAKAMURA, Y.; KAMIYA, M. Effect of inclusion rate of corn silage in ensiled total mixed ration on dry matter intake, nutrient digestibility, and ruminal fermentation in Japanese Wagyu steer. **Livestock Science**, 229, 126–130, 2019.

HULL, M. A. Omega-3 polyunsaturated fatty acids. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 25, p. 547-554, 2011.

HUNT, M. *et al.* AMSA meat color measurement guidelines. **American Meat Science Association**, Champaign, Illinois, USA, 2014.

JENKINS, T. C. *et al.* Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 397-412, 2008.

LIMA, A. *et al.* Chemical composition and morphophysiological responses of *Manihot* plants. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 5, p. 2237-2252, 2022.

LOPES, J. *et al.* **Perfil** dos ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros submetidos aos sistemas de produção com dieta experimental e convencional. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 17, n. 3, p. 1-14, 2023.

MAGALHÃES, T. da Silva *et al.* Chitosan and cottonseed processing method association on carcass traits and meat quality of feedlot lambs. **Plos One**, v. 15, n. 11, p. e0242822, 2020.

MCAFEE, A. J. *et al.* Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2010.

MOLONEY, A. P. *et al.* Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 60, p. 221-229, 2001.

MORAES, F. M. C. de; SANTOS, A. P. M. dos. Avaliação de perdas fermentativas e recuperação de matéria seca de diferentes silagens de ração total. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 4, p. 4152-4158, 2021.

NASROLLAHI, S. M.; IMANI, M.; ZEBELI, Q. A meta-analysis and meta-regression of the effect of forage particle size, level, source, and preservation method on feed intake, nutrient digestibility, and performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 8926-8939, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2007.

OLIVEIRA, D. M. *et al.* Perfil de ácidos graxos e características qualitativas da carne de novilhos zebuínos alimentados com diferentes oleaginosas. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2546-2555, 2013.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. O. C. Métodos para avaliação da produção de carne ovina e caprina: características quantitativas e qualitativas. Pelotas: UFPEL, 2002. 147 p.

PARENTE, M. O. M. *et al.* Effects of the dietary inclusion of babaçu oil or buriti oil on performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 160, p. 107971, 2020.

PATTERSON, E. *et al.* Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. **Journal of and Metabolism**, p. 1-16, 2011.

PEREIRA, E. S. *et al.* Supplementation with cashew nut and cottonseed meal to modify fatty acid content in lamb meat. **Journal of Food Science**, v. 81, p. 2143-2148, 2016.

PROTES, V. M. *et al.* Effects of soybean silage on feeding behavior, performance, and meat quality of lambs. **Small Ruminant Research**, v. 164, p. 64-69, 2018.

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.

RESENDE, K. T. D. *et al.* Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 161-177, 2008.

RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. *In*: CHOW, C. K. (Ed.). *Fatty acids in foods and their health implications*. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 65-93.

RUIZ-NÚÑEZ, B.; DIJCK-BROUWER, D. A.; MUSKIET, F. A. The relation of saturated fatty acids with low-grade inflammation and cardiovascular disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 36, p. 1-20, 2016.

SANTOS-SILVA, J.; MENDES, I. A.; BESSA, R. J. B. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass

composition and meat quality. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1-2, p. 17-25, 2002.

SCHADER, C., MULLER, A., SCIALABBA, N.E.-H., HECHT, J., ISENSEE, A., ERB, K.-H., SMITH, P., MAKAR, H.P., KLOCKE, P., LEIBER, F. Impacts of feeding less food- competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. **Journal of the Royal Society Interface**, 2015.

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

SCOLLAN, N. *et al.* Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, p. 17-33, 2006.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2693-2699, 1999.

SILVA, M. da *et al.* Composição química, perfil fermentativo e econômico de silagem a base de capiaçu, feijão-guandu e milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 774-789, 2024.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A.; ZEOLA, N. M. B. L.; MARQUES, C. A. T. Crescimento, composição corporal e características da carcaça de ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A. G. (Org.). *Produção de carne ovina*. Jaboticabal: FUNEP, 2005. p. 143-172.

SMET, S. de; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, p. 81-98, 2004.

SOARES, R. L. *et al.* Performance and carcass characteristics of lambs fed diets containing different types of carbohydrates associated with polyunsaturated fatty acids. **Animal Sciences**, v. 44, p. e56131, 2022.

SOUSA, A.R. **Qualidade de silagens de ração em mistura total contendo Pornunça (Manihot sp.) como fonte de forragem**. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical. Universidade Federal do Piauí. Dissertação de Mestrado. 2022. 46 f.

SUKHIJA, P. S.; PALMQUIST, D. L. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, p. 1202-1206, 1988.

ULBRICHT, T. L.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, p. 985-992, 1991.

VASCONCELOS COSTA, A. G.; BRESSAN, J.; SABARENSE, C. M. Ácidos graxos trans: alimentos e efeitos na saúde. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 56, n. 1, p. 12-21, 2006.

VASCONCELOS, W. *et al.* Morfometria, produção e composição bromatológica da maniçoba e pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 36-42, 2010.

VOLTOLINI, T. V. *et al.* Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. *In*: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D. **Standardized Warner Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. MARC. USDA, 1995. 7 p.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. L.; NUTE, G. R. FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

ZAPATA, J. F. F. *et al.* Composição centesimal e lipídica da carne de ovinos do nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, v. 31, p. 691-695, 2001.

ANEXO I

INSTRUMENTO PARA EXTRAÇÃO DOS DADOS DOS ESTUDOS	
1. Identificação da publicação:	
Título do artigo	
Bases de dados indexadas	
Autores	
País	
Idioma	
Ano de publicação	
Nome da revista científica	
2. Aspectos metodológicos do estudo	
Objetivo ou hipótese	
Tipo de estudo	
Descrição do estudo (clima, solo, tamanho da área experimental, unidade experimental)	
Delineamento experimental (em casos de estudos de intervenção)	
Período experimental	
Raça dos animais	
Ganho médio diário	
Peso médio inicial	
Volumoso	
Concentrado	
Volumoso:concentrado	
Ganho total	
3. Parâmetros de qualidade de carne	
pH inicial e pH final	
Luminosidade	
Intensidade da cor vermelha	
Intensidade da cor amarela	

Perdas por cocção	
Força de cisalhamento	
Capacidade de retenção de água	
Composição tecidual	
Composição centesimal	
Ácidos graxos	
4. Conclusão	

ANEXO II**Avaliação metodológica (CASP)**

O estudo abordou uma questão claramente focada?

Os autores usaram um método apropriado para responder a sua pergunta?

Os casos foram recrutados de maneira aceitável?

Os controles foram selecionados de maneira aceitável?

A exposição foi medida com precisão para minimizar o viés?

Além da intervenção experimental, os grupos foram tratados igualmente? Os autores levaram em conta dos fatores de confusão no design da análise?

Quão grande foi o efeito do tratamento?

Quão precisa foi a estimativa do efeito do tratamento?

Você acredita nos resultados?

Os resultados podem ser aplicados para população local?

Os resultados deste estudo se encaixam com outras evidências disponíveis?