

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

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS NA DIETA**

José Franklin Athayde Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Marinaldo Divino Ribeiro

Goiânia-GO
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

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

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data. O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

JOSÉ FRANKLIN ATHAYDE OLIVEIRA

3. Título do trabalho

DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE CORDEIROS
ALIMENTADOS COM ÓLEOS NA DIETA

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

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

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por Marinaldo Divino Ribeiro, Professor do Magistério Superior, em 23/09/2025, às 14:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#)



Documento assinado eletronicamente por José Franklin Athayde Oliveira, Usuário Externo, em 23/09/2025, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5668710** e o código CRC **464A814A**.

JOSÉ FRANKLIN ATHAYDE OLIVEIRA

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS NA DIETA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração:

Produção Animal

Linha de pesquisa:

Nutrição animal e alimentação animal

Orientador:

Prof.^a Dr. Marinaldo Divino Ribeiro - UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Sérgio Lucio C. S. Filho - UnB

Goiânia-GO

2025

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

Oliveira, José Franklin Athayde

Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com óleos na dieta [manuscrito] / José Franklin Athayde Oliveira. - 2025. XVI, 77 f.

Orientador: Prof. Dr. Marinaldo Divino Ribeiro; co-orientador Dr. Sergio Lucio Cabral Salomon Filho.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2025.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Confinamento de Ovinos. 2. Eficiência Alimentar. 3. Microbiota Ruminal. 4. Qualidade de Carne. 5. Sustentabilidade. I. Ribeiro, Marinaldo Divino, orient. II. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata nº **86** da sessão de Defesa de Tese de **José Franklin Athayde Oliveira** que confere o título de **Doutor em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos **trinta dias do mês de agosto de dois mil e vinte e quatro (30/08/2024)**, às **14h00min**, na Escola de Veterinária e Zootecnia, Sala de Videoconferência do Departamento de Zootecnia, pelo link de acesso <https://meet.google.com/yjt-fikp.dnc>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS NA DIETA**”. Os trabalhos foram instalados pelo Presidente e Orientador **Marinaldo Divino Ribeiro** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Janaína Januário da Silva - FAV/UFMT**, membro titular externa; **Adriano Carvalho Costa - IFGoiano, Rio Verde/GO**, membro titular externo; **Aldi Fernandes de Souza França e Eliane Sayuri Miyagi Okada - DZO/UFG**, membros titulares internos. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do **trabalho**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **Aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Orientador e Presidente da Banca Examinadora **Marinaldo Divino Ribeiro**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



30/08/2024, às 17:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eliane Sayuri Miyagi Okada**, **Professor do Magistério Superior**, em 30/08/2024, às 17:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marinaldo Divino Ribeiro**, **Professor do Magistério Superior**, em 30/08/2024, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aldi Fernandes De Souza Franca**, **Usuário Externo**, em 03/09/2024, às 11:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriano Carvalho Costa**, **Usuário Externo**, em 04/09/2024, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4773578** e o código CRC **DAF589F4**.

Referência: Processo nº 23070.043126/2024-26

SEI nº 4773578

Dedico primeiramente a Deus pelo dom da vida, aos meus familiares, em especial minha companheira, Tathyana, por ter ladeado esse período da minha vida me apoiando em todos os momentos. Minha mãe e meu filho por todo apoio ao longo dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido a vida e a possibilidade de realização de mais uma etapa em meus estudos.

Ao meu orientador, Marinaldo Divino Ribeiro, Professores Doutores. Heloisa Helena, Amoracyr José Costa Nunez, Cristiano Sales Prado, Aldir Fernandes de Sousa França pelos ensinamentos e amizade, bem como suas contribuições em minha vida profissional e pessoal que foram de grande valia.

À instituição Universidade Federal de Goiás (UFG) e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) que contribuíram para minha formação durante o doutorado, em especial, os professores: Arthur Maschiolli, Eliane Sayuri Miyagi Okada e Heloísa Helena de Carvalho Mello, Adriana Santa do Carmo e ainda os Professores Sérgio Lucio Cabral Salomon Filho, Gilberto Gonçalves leite e Rodrigo Vidal de Oliveira - Universidade de Brasília – UnB.

Ao funcionário do setor de ovinocultura que se tornou meu amigo e minha família neste período, Antônio Fernandes, assim como a todos os estagiários que participaram do projeto; Rogerio, Leomar, Juliana, Wallysson.

Aos amigos, Marcelo da Cunha, Ézio Gomes da Mota, Adriano Carvalho Costa, pelo apoio e incentivo durante os momentos de dificuldades nesses anos.

Em especial aos amigos, Jùlia Marixara, Renata Vaz Ribeiro, Douglas Messias, Paulo Vitor, Ângela Fonseca, Fabiana Gomes da Costa, Fernanda Galdino, Reginaldo Jacovetti, Diego Melo, Miron e colegas da pós-graduação no qual pude compartilhar momentos de alegrias e conhecimentos.

Meus sinceros agradecimentos.

“No meio das lágrimas, descobri que havia, dentro de mim, um sorriso invencível. No meio do caos, descobri que havia, dentro de mim, uma calma invencível. E, finalmente descobri, no meio de um inverno, que havia dentro de mim, um verão invencível. E isso faz-me feliz. Porque isso diz-me que não importa a força com que o mundo se atira contra mim, pois dentro de mim, há algo mais forte - algo melhor, empurrando de volta”.

Albert Camus

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Proporção dos ingredientes na ração total, com base na matéria seca.....	188
TABELA 2 – Desempenho, peso inicial, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo da matéria seca, conversão alimentar de cordeiros alimentados com dietas suplementados com óleo coco, canola e girassol.....	20
TABELA 3 – Medidas Biométricas: corpo, anterior, posterior, altura de tórax, garupa e largura de tórax de cordeiros alimentados com dietas suplementados com óleo coco, canola e girassol.....	21
TABELA 4 – Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas suplementados com óleo de coco, canola e girassol.....	23
TABELA 5 – Correlação das variáveis com os componentes principais, autovalor, variância e variância acumulada por componente principal de cordeiros alimentados com dietas suplementados com óleo coco, canola e girassol.....	Error! Bookmark not defined.
TABELA 6 – Peso carcaça quente, Peso carcaça fria, Rendimento de carcaça quente, Rendimento de carcaça fria, Perda de peso por resfriamento; Pescoço; Paleta; Costela e lombo de cordeiros alimentados com dietas conteúdo óleo de girassol, coco e canola.....	44
TABELA 7 – Perna; Rendimento de pescoço; Rendimento de paleta; Rendimento de costela; Rendimento de lombo; Rendimento de perna; Rendimento de área de olho do lombo e Espessura de gordura subcutânea de carne cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.....	44
TABELA 8 – Altura de área de olho de lombo; Área de olho de lombo calculado, pH no tempo zero e tempo 24 de carne de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.....	45
TABELA 9 – pH 4 e 24 horas; Colorimetria, Umidade, Cocção, Force, Teores de proteína e lipídeos de carne de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.....	45
TABELA 10 – Quantificação de metabólitos por tratamentos dos cordeiros consumindo óleos vegetais na dieta (mg/100g).....	46
TABELA 11 – Quantificação de lipídeos por grupos de cordeiros consumindo óleos vegetais na dieta (mg/100g).....	47
TABELA 12 – Percentagem de diferença entre as amostras (fold-change%), quanto aos estimados de diversidade alfa. Valores maiores do que 25%. Dados não estatísticos.....	65

TABELA 13 – Percentagem de diferença entre as amostras T1, T2 e T3 (fold-change%) com relação ao grupo T4, quanto aos estimados de diversidade alfa. Em vermelho, valores maiores do que 25%. Dados não estatísticos.	66
TABELA 14 – Distribuição das proporções dos gêneros de abundância maior do que 0,5% em pelo menos uma das amostras.	70
TABELA 15 – Diferença percentil entre a abundância de gêneros com abundância mínima de 0,5%, entre todos os grupos, e entre T4 e os demais.	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Gráfico de correlação entre as variáveis mencionadas.....	22
FIGURA 2 – Dispersão bidimensional dos escores da análise de componentes principais das 16 variáveis, 160 observações e valores médios de tratamentos.	23
FIGURA 3 – Gráfico de dispersão bidimensional de PCA com os valores médios dos escores de cada tratamento e as variáveis.....	41
FIGURA 4 – Contribuição das variáveis com o primeiro componente.....	42
FIGURA 5 – Contribuição das variáveis com o segundo componente.....	43
FIGURA 6 – Curvas de rarefação dos estimadores de Diversidade alfa. Número total de OTU, Chao1 bias- corrected e Entropia de Shannon.....	66
FIGURA 7 – A análise de componente principal (PCA) obtida com os dados de filo (acima) e gênero (abaixo).....	67
FIGURA 8 – Filos de maior abundância relativa (%) nos grupos.....	68
FIGURA 9 – Classes de maior abundância relativa nos grupos.....	68
FIGURA 10 – Ordens de maior abundância relativa nos grupos.....	69
FIGURA 11 – Famílias de maior abundância relativa nos grupos.....	69

SUMÁRIO

RESUMO	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1 Confinamento de ovinos.....	2
2.2 Uso de óleos na nutrição de cordeiros.....	3
2.3 Medidas biométricas da carcaça.....	4
2.4 Comportamento ingestivo.....	5
2.5 Qualidade de carcaça.....	7
2.6 Qualidade de carne.....	8
2.7 Microbiota ruminal.....	9
REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E RENDIMENTO DE CARCAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA....	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	30
CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DA CARNE E RENDIMENTO DE CARCAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA.....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3. RESULTADOS.....	40
4. DISCUSSÃO.....	48

5. CONCLUSÃO.....	55
6- REFERÊNCIAS.....	56
CAPÍTULO 4 – MICROBIOTA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA.....	60
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
1. INTRODUÇÃO	62
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
3. RESULTADOS.....	65
4. DISCUSSÃO.....	72
5. CONCLUSÕES.....	73
6- REFERÊNCIAS.....	73
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

RESUMO

A criação de ovinos em confinamento tem mostrado potencial para aumentar a rentabilidade ao padronizar carcaças e diminuir a idade de abate. No entanto, o alto custo da alimentação é um obstáculo significativo, levando à busca por alternativas como subprodutos agroindustriais, que reduzem custos e favorecem a sustentabilidade ambiental ao minimizar as emissões de metano. A suplementação com óleos vegetais, como girassol, canola e coco, tem mostrado benefícios, otimizando a dieta, melhorando a eficiência energética e impactando positivamente a microbiota ruminal. O experimento realizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília analisou os efeitos de três óleos vegetais sobre o desempenho, comportamento ingestivo e rendimento de carcaça de cordeiros Dorper x Santa Inês em fase de terminação. A dieta base foi parcialmente substituída por óleo de canola, girassol ou coco, cada um em oito repetições. O óleo de girassol e canola mostraram maior ganho de peso diário e total, enquanto o grupo com óleo de coco apresentou resultados semelhantes ao grupo controle. O uso desses óleos na dieta de ovinos pode ser uma alternativa viável, contribuindo para a cadeia produtiva ovina. A pesquisa evidenciou que óleos de girassol e colza melhoram parâmetros como maciez e perfil lipídico da carne. Ainda assim, variáveis como genética e ambiente também afetam os resultados finais. O estudo explorou ainda o impacto da dieta na microbiota ruminal, crucial para a digestão e absorção de nutrientes. Análises de sequenciamento genético mostraram que a inclusão de óleos vegetais altera significativamente a composição da microbiota. Óleos de canola e coco reduziram a riqueza microbiana, enquanto o girassol manteve maior diversidade. Essas mudanças influenciam a eficiência alimentar e a saúde animal, demonstrando que a escolha do óleo na dieta deve considerar as necessidades de produção e o bem-estar animal. Concluímos que, a suplementação com óleos vegetais em dietas de ovinos tem potencial para melhorar a qualidade da carne e otimizar a produção, embora suas implicações variem conforme o tipo de óleo e características do rebanho. As estratégias nutricionais alinhadas com metas produtivas e sustentabilidade são essenciais para uma criação eficiente e ambientalmente responsável, com o óleo vegetal destacando-se como recurso estratégico na gestão de dietas ovinas.

Palavras-chave: confinamento de ovinos; eficiência alimentar; microbiota ruminal; qualidade da carne; sustentabilidade.

ABSTRACT

The confinement of sheep has shown potential to increase profitability by standardizing carcasses and reducing slaughter age. However, high feed costs remain a major obstacle, leading to the search for alternatives such as agro-industrial byproducts, which reduce costs and support environmental sustainability by minimizing methane emissions. Supplementation with vegetable oils, such as sunflower, canola, and coconut, has shown benefits, optimizing the diet, improving energy efficiency, and positively impacting the ruminal microbiota. The experiment conducted at Fazenda Água Limpa at the University of Brasília analyzed the effects of three vegetable oils on the performance, feeding behavior, and carcass yield of Dorper x Santa Inês lambs during finishing. The base diet was partially replaced by canola, sunflower, or coconut oil, each in eight replicates. Sunflower and canola oil showed higher daily and total weight gain, while the coconut oil group achieved similar results to the control group. Using these oils in sheep diets can be a viable alternative, contributing to the sheep production chain. The expansion of sheep farming, especially in developing countries, meets the growing demand for meat. Crossbreeding and strategic nutrition, including the selection of vegetable oils, have been crucial for improving meat quality and production performance. Sunflower and canola oils, rich in unsaturated fatty acids, offer meat quality benefits, while coconut oil, with higher saturated fats, has distinct metabolic effects. The research demonstrated that sunflower and canola oils improve attributes like tenderness and lipid profile. However, variables such as genetics and environment also impact the final results. The study further explored diet impact on ruminal microbiota, essential for digestion and nutrient absorption. Genetic sequencing analyses showed that vegetable oil inclusion significantly alters microbiota composition. Canola and coconut oils reduced microbial richness, while sunflower maintained greater diversity. These changes influence feed efficiency and animal health, demonstrating that oil choice in the diet should consider production needs and animal welfare. In summary, supplementing sheep diets with vegetable oils has the potential to improve meat quality and optimize production, although implications vary depending on the type of oil and herd characteristics. Nutritional strategies aligned with production goals and sustainability are essential for efficient and environmentally responsible farming, with vegetable oil standing out as a strategic resource in sheep diet management.

Keywords: Sheep confinement; Feed efficiency; Ruminal microbiota; Meat quality and Sustainability

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A criação de ovinos em confinamento vem sendo uma alternativa rentável como forma de obtenção de carcaças com melhor padronização e menor idade de abate, no entanto, o que dificulta esse tipo produção é o elevado custo da alimentação. A utilização de produtos oriundos da agroindústria vem sendo uma opção para o produtor baixar esse custo na terminação de cordeiros confinados buscando alimentação alternativas (CASTRO *et al.*, 2020).

Aproximadamente 16% dos gases do efeito estufa advém da criação de animais, o uso de uma dieta balanceada e equilibrada pode proporcionar uma redução de 60% do metano produzido pelos ruminantes através dos protozoários e bactérias do gênero *Archea*, o uso de óleos vegetais vem sendo uma estratégia para diminuição da produção de metano, além de aumentar a densidade energética da dieta e a manipulação da microbiota ruminal (VARGAS *et al.*, 2020).

Animais submetidos a dieta com alta densidade energética tem apresentado redução da idade ao abate e melhor conformação e carcaça, o método avaliativo às vezes é oneroso para o produtor, pois, frequentemente parte das carcaças são descartadas após a manipulação. A biométrica é um método não invasivo onde não tem custo adicional ao produtor, além de mensuração a composição e o rendimento dos cortes dos animais (GURGEL *et al.*, 2021).

A composição da carcaça do animal começa a se desenvolver desde o nascimento, acompanhando o ritmo de crescimento estrutural do corpo. O depósito de gordura se inicia nas regiões internas e progride até alcançar a gordura intramuscular. Com o avanço da maturidade do animal, ocorre um aumento proporcional de gordura, com uma redução na porcentagem de músculo na carcaça e um aumento no teor de gordura, conforme o animal ganha peso corporal (SILVA *et al.*, 2022).

A carne de cordeiro é conhecida pelo sua composição nutricional que vem sendo descoberta através da avaliação do perfil de ácidos graxos e sua importância para o consumo humano, a qual apresenta uma elevada fonte de ácido linoleico conjugado (CLA) que exerce uma função anticarcinogênica e antiaterogênica quando comparada com outras carnes (CILIBERTI *et al.*, 2021).

Dietas ricas em energia na alimentação de cordeiros têm proporcionado melhorias nas qualidades organolépticas da carne, além de contribuir para alteração da microbiota ruminal estudar o confinamento de ovinos e o impacto da alimentação permite desenvolver práticas mais rentáveis e sustentáveis na ovinocultura. O uso de subprodutos agroindustriais e dietas

energéticas pode reduzir custos e melhorar a padronização das carcaças, enquanto a suplementação com óleos vegetais auxilia na eficiência alimentar e na redução das emissões de metano, beneficiando o meio ambiente. Avaliar o perfil nutricional e o teor de CLA da carne de cordeiro oferece vantagens à saúde humana. Além disso, o uso de biometria como método não invasivo ajuda a medir o rendimento sem custos extras, otimizando o manejo produtivo e ambiental.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Confinamento de ovinos

O rebanho ovino vem tendo um crescimento em áreas tropicais como Ásia e África, nessas regiões um dos principais problemas é a sazonalidade climática e a baixa qualidade das pastagens em determinados períodos do ano, dessa forma, o sistema de produção de cordeiros confinados torna-se uma oportunidade viável para produção de carne em clima tropical (LIMA *et al.*, 2021).

A demanda por carne de cordeiros está em ascensão no Brasil, porém a oferta não atende à demanda. A região Nordeste representa 68% dos ovinos no Brasil, onde o sistema de produção é extensivo com baixo uso de tecnologias e produtividade. Contudo, o confinamento surge como alternativa, diminuindo o ciclo de produção desses animais, melhorando a padronização das carcaças e qualidade da carne (LANDIM *et al.*, 2022).

No Brasil, o modelo de cálculo de exigências nutricionais para ovinos mais utilizado é o NRC (2007), no qual as tabelas não levam em consideração os sistemas de criação de ovinos em clima tropical. Contudo, os ajustes nutricionais são desconhecidos, devido as tabelas internacionais de alimentação não considerarem a genética desses animais adaptados à região onde eles estão inseridos e às restrições nutricionais periódicas dessas regiões (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A nutrição animal corresponde a 70% dos custos de produção, portanto, a busca por eficiência alimentar dos animais é de extrema importância para o sistema de produção. Desta forma, os animais que apresentam baixo consumo de alimentos e alta eficiência produtiva, vem como uma alternativa para minimizar os custos que estão envolvidos no sistema de produção de cordeiros confinados (MATOS *et al.*, 2022).

A criação extensiva de pequenos ruminantes nas regiões do semiárido brasileiro e países da América do Sul, Oriente Médio e África durante o período de seca, é diretamente influenciada pela qualidade dos pastos, ocasionando baixo desempenho dos animais. O confinamento se

torna uma alternativa ao possibilitar o uso de dietas balanceadas, reduzindo o tempo de abate, e o gasto de energia durante o pastoreio (SILVA *et al.*, 2021).

O confinamento é um sistema utilizado mundialmente com objetivo de obter animais acabados em menor período e padronização de carcaças. Um dos entraves desse sistema de produção está relacionado aos custos com alimentação dos animais. Uma estratégia é utilizar produtos que reduzam os custos com objetivo de tornar a produção mais competitiva e produtiva (CASTRO *et al.*, 2020). Essa redução dos custos de produção pode ser alcançada com a utilização de resíduos agrícolas, que pode tornar o sistema de produção mais rentável e sustentável economicamente (REGO *et al.*, 2021).

Com o uso de subprodutos na alimentação de pequenos ruminantes confinados, tem-se a oportunidade de reduzir os impactos ambientais gerados nas agroindústrias, atender às exigências nutricionais desses animais e ainda baixar os custos de produção (SÁ *et al.*, 2023).

Uma das formas para diminuir os custos de cordeiros confinados é a seleção de animais mais produtivos e menos poluentes, avaliando-se previamente, a eficiência alimentar e a transformação desses ingredientes da dieta em produção de carne, leite e lã, aumentando a rentabilidade na produção de animais confinados (GURGEIRA *et al.*, 2022).

Oliveira et al. 2017, avaliaram o efeito de diferentes dietas (silagem de milho e feno de alfafa) no ganho de peso de ovinos em confinamento, concluíram que os ovinos alimentados com 80% do concentrado apresentaram maior ganho de peso diário, melhor conversão alimentar reduzindo assim o custo de produção. Silva et al. 2017, verificaram o impacto de subprodutos agroindustriais (farelo de soja, casca de arroz e bagaço de cana) no desempenho de ovinos em confinamento, concluíram que os subprodutos não afetaram o ganho de peso dos animais comparados com as dietas tradicionais, porém reduziram o custo de produção substancialmente. Costa et al. 2020, avaliaram do desempenho de ovinos em confinamento com foco na eficiência e qualidade de carne com dietas com base concentrado e volumoso, os ovinos alimentados com concentrados apresentaram maior ganho de peso diário, melhor conversão alimentar, a carne apresentou maior classificação de maciez e marmoreio, comparada com a dieta com volumoso.

2.2.Uso de óleos na nutrição de cordeiros

A utilização de óleos vegetais na dieta de ruminantes visa melhorar a palatabilidade e as condições físicas dos alimentos, além de fornecer 2,25 vezes mais energia digestível quando comparado com fontes contendo carboidratos das sementes de vegetais (ATIKAH *et al.*, 2021).

Os cordeiros na fase de crescimento são exigentes do ponto de vista nutricional, no que se refere a consumo de matéria seca, (CMS), conversão alimentar (CA) e ganho de peso diário (GPD). Com isso, devemos aumentar a densidade de energia na dieta dos animais a serem terminados. No entanto, valores acima dos recomendados pela literatura podem desencadear sérios problemas metabólicos ao animal, levando a baixa do consumo de matéria seca (CMS), alterações na microbiota ruminal e modificações do pH ruminal (GALLO *et al.*, 2019).

Estudos realizados por ALVES (2021) destacam que as bactérias microbianas são sensíveis aos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) e realizam o processo de biohidrogenação como forma de reduzir a toxicidade desses ácidos. A microbiota que habita o rúmen desempenha papel fundamental na manutenção e nutrição, utilizando os ingredientes da dieta, metabolizando e transformando em fontes de energias, como forma de atender as exigências de proteína e energia do hospedeiro (HASSAN *et al.*, 2020).

A utilização de fontes lipídicas na dieta de ruminantes deve ser realizada com cautela devido ao efeito tóxico dos ácidos graxos sobre a microbiota ruminal, pois eles dificultam a aderência das bactérias no alimento, diminuindo a digestibilidade do mesmo. Alguns óleos vegetais apresentam na sua composição valores superiores de ácidos graxos saturados, como o láurico (46,6%) e mirístico (16,0%), que podem levar à desestabilização da membrana celular dos microrganismos, dificultando o metabolismo de energia e ocasionando a morte de bactérias e protozoários responsáveis pela digestão de fibras (SANTOS *et al.*, 2022).

Na alimentação de ruminantes, o uso de óleos vegetais vem sendo utilizado como fonte de energia, sendo uma das alternativas de substituição total ou parcial de concentrados energéticos, principalmente, o milho na nutrição animal. A vantagem do uso de óleos vegetais como componentes na alimentação animal é o seu elevado valor energético, quando comparado com outras fontes de energia. O uso de óleos vegetais como forma de suplementar o valor energético na dieta, vem como uma alternativa de diminuir os custos referentes à nutrição, aumentando a quantidade de energia e de proteína microbiana, além de contribuir no ajuste de dietas desequilibradas, melhorando a eficiência alimentar e a produção animal. (DIÓGENES *et al.*, 2020).

RAMOS *et al.* (2021) destacam que o uso de óleo de girassol (*Helianthus annuus*) na dieta de cordeiros melhorou as qualidades físico-química da carne devido aos efeitos antioxidante e na fermentação ruminal do animais.

O uso de óleos vegetais na dieta de ruminantes vem sendo amplamente difundido como forma de utilização dos fatores antioxidantes, melhorando a qualidade dos produtos de origem animal. A utilização de óleo de alecrim (*Salvia rosmarinus*) apresenta fatores que beneficiam a

microbiota ruminal nos processos fermentativos, melhorando o desempenho animal (GÜNEY *et al.*, 2021).

Castro *et al.* 2017, avaliaram o impacto do óleo de coco na alimentação de ovinos sobre o ganho de peso e a composição de ácidos graxos da carne, seus resultados apresentaram melhores ganhos de peso diário, melhor conversão alimentar e aumento dos ácidos graxos na carne, principalmente o ácido láurico. Carvalho *et al.* 2017, estudaram o efeito do óleo de girassol na qualidade de carne sobre o perfil de ácidos graxos e características sensoriais na carne, o óleo de girassol na dieta aumentou a concentração de ácidos graxos insaturados na carne, melhorando a qualidade da carne e conferindo o sabor suave, melhor pontuação para maciez e marmoreio, além de melhorar o ganho de peso diário e melhor eficiência alimentar. Silva *et al.* 2015, investigaram o efeito do óleo de canola na eficiência alimentar e composição da carne de ovinos, como resultados o óleo de canola aumentou o ganho de peso diário e eficiência alimentar, aumento na concentração de ácidos graxos insaturados principalmente ômega 3, melhorou a qualidade sensorial da carne e maciez comparada com os ovinos alimentados com dietas convencionais.

2.3. Medidas biométricas da carcaça

As medidas biométricas de ovinos são utilizadas como forma de avaliar, junto com o peso ao abate, os componentes corpóreos dos animais com objetivo de quantificar a composição da carcaça (GOMES *et al.*, 2021).

Uso de imagens para medição da biometria em animais vem sendo bastante utilizado como forma de prever o peso e as medidas corporais dos animais vivos, reduzindo o estresse dos mesmos durante o manejo (ARAUJO *et al.*, 2021).

Os produtores de ovinos tendem a produzir animais que atendam as demandas do mercado consumidor, no que se refere a carne e carcaças, em conformidade com as normas de segurança alimentar, higiene, qualidade sensorial e características físico-químicas da carne e a um custo mínimo (Condex Alimentarius). Por outro lado, as demandas ligadas à engorda, abate dos cordeiros e composição das carcaças sofrem impacto pela genética e fatores climáticos (GUNGOR *et al.*, 2022).

A avaliação dos componentes da carcaça é um dos critérios para auxiliar os programas de melhoramento genético direcionados para o mercado buscando melhor comercialização e produção de animais para obtenção de alimentos saudáveis e seguros, ligando a produção animal à comercialização de carnes (SILVA *et al.*, 2020).

Diversos fatores influenciam no rendimento de carcaças de cordeiros, nos quais: raça; sexo, que tende a aumentar de forma proporcional; peso corporal, sobre o qual algumas raças têm aumento de gorduras, musculatura, ou a proporção de músculo e osso, ou menor quantidade de tecidos nas carcaças. Em animais machos não castrados observa-se peso inferior a 1%, quando comparados com fêmeas (PRACHE *et al.*, 2022).

Parâmetros qualitativos da carne, tais como, força de cisalhamento e cor podem sofrer alterações quando os ovinos são alimentados com oleaginosa, podendo modificar as qualidades sensoriais e a maciez da carne e influenciar na aceitabilidade da carne pelo mercado consumidor (SOUZA *et al.*, 2022).

GUO *et al.* (2021), utilizando colza forrageira (*Brassica napus*) na alimentação de cordeiros, observou que níveis crescentes 30% na matéria seca favoreceu o aumento do ácido @-linoléico na parte intramuscular (em x%) e a variedade de aminoácidos no músculo, não apresentando influência na qualidade da carcaça e da carne.

2.4. Comportamento ingestivo

A importância da avaliação do comportamento ingestivo de cordeiro tem influência no desenvolvimento da microbiota ruminal, pois, a frequência de visita ao comedouro e a ingestão da dieta tem impacto na quantidade de microrganismos no rúmen, e conseqüentemente, uma melhor eficiência alimentar (ÉTANCELIN *et al.*, 2021).

A avaliação do comportamento ingestivo de pequenos ruminantes é de extrema importância, quando se trata da avaliação da resposta dos animais, frente ao sistema de produção no qual esteja sendo trabalhado. No entanto, uma das dificuldades encontradas nesse método de avaliação é a mão de obra, o que vem dificultando a adesão nas propriedades e pesquisas de maior complexidade (FERNANDES *et al.*, 2022).

Entender o comportamento ingestivo de pequenos ruminantes é uma estratégia que pode ser utilizada no manejo alimentar dos animais, pois através deste estudo, podemos determinar o fornecimento de nutrientes e ter impactos importantes no desempenho e eficiência alimentar, que estão relacionados ao aumento da rentabilidade financeira. Pois, através do comportamento ingestivo podemos avaliar o conforto digestivo, refere-se ao bem-estar do animal relacionado com a eficiência e o conforto do processo digestivo. É uma condição em que o sistema digestivo do animal funciona adequadamente sem causar estresse ou desconforto, pode ser observado a partir de indicadores como a regularidade na ingestão de alimentos, o tempo gasto em ruminado,

a presença de comportamentos como a busca por mais alimentos, e o equilíbrio entre ingestão e gasto energético (BOVAL *et al.*, 2021).

A qualidade do alimento fornecido ao animal pode influenciar no comportamento ingestivo impactando no tempo de ruminação, sendo que o menor tempo de alimentação por dia, leva ao maior tempo de ruminação, devido a qualidade e o nível da fibra alimentar (SALDANHA *et al.*, 2021).

O tipo de alimento oferecido aos animais pode alterar o comportamento conforme sua composição nutricional. Podemos destacar dietas contendo sacarose que aumentou o tempo de ruminação, enquanto diminuiu o tempo de ócio, e que a alimentação e o consumo de água não foram afetados pelo uso de sacarose na dieta, porém, o tamanho da partícula influenciou no processo seletivo dos cordeiros (MICHELON *et al.*, 2021).

Quando comparado o comportamento ingestivo de dois grupos genéticos Santa Inês e Dorper, foi observado que, em dietas mais fibrosas, os cordeiros da raça Santa Inês são mais adaptados, refletindo melhor no processo de ruminação, eficiência alimentar, melhorando o ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e melhor rendimento de carcaça quente (SALDANHA *et al.*, 2022).

O tempo que o animal confinado gasta no processo de alimentação ultrapassa seis horas por dia. No processo de ruminação é essencial a redução das partículas, aumentando a degradação da fibra e abrindo fissuras na parede celular, favorecendo uma melhor ação da microbiota (SANTOS *et al.*, 2021).

Comportamentos anormais em animais podem ser observados quando a dieta contém altos teores de concentrados, os quais favorecem o desenvolvimento de acidose, resultando em uma ingestão alimentar reduzida. A inclusão de fibras na dieta não só melhora a motilidade ruminal, mas também contribui para a diminuição da acidose, estimulando a ruminação e aumentando a salivação, o que promove o comportamento ingestivo normal em ruminantes (CHISHTI *et al.*, 2022).

Em relação aos pequenos ruminantes, estes têm a capacidade de ingerir partículas mais finas, que normalmente seriam processadas durante a ruminação, ao contrário dos bovinos. Mudanças no comportamento alimentar desses animais podem estar diretamente relacionadas a alterações em seu ambiente nutricional. Quando expostos a alimentos com menor teor de fibra, eles tendem a se adaptar, aumentando o tempo de ruminação. Esse ajuste sugere adaptações fisiológicas, como mudanças na morfologia epitelial e uma melhor absorção e metabolismo dos ácidos graxos, o que, por sua vez, pode alterar o comportamento ingestivo dos pequenos ruminantes (ALAMOUTI *et al.*, 2021).

Cordeiros, quando alimentados com misturas mistas, tiveram seu pico de consumo avaliados entre duas horas após o fornecimento da primeira refeição, quando comparados ao fornecimento de alimentos à base de alfafa, esse período se deve ao tempo de apreensão e mastigação do alimento (TURREN *et al.*, 2023).

O tempo gasto no comportamento ingestivo associado ao período de ruminação é um fator que reflete diretamente na qualidade e composição físico-química dos alimentos, refletindo no tamanho de partículas e teor de umidade (SIQUEIRA *et al.*, 2022).

2.5. Qualidade de carcaça

O fornecimento de dietas que favorecem o processo de biohidrogenação no rúmen é uma forma de proteger os ácidos graxos poliinsaturados da dieta, podendo ser uma estratégia para melhorar o desempenho de crescimento de cordeiro e, conseqüentemente, trazer melhorias na qualidade da gordura do animal (BRATT *et al.*, 2020).

O teor de gordura depositado na carcaça e a composição dos ácidos graxos tem função importante na variação das características alimentares, sobre a qual a Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda a redução de consumo de ácidos graxos saturados pelos poliinsaturados oriundos das dietas com óleos vegetais na alimentação animal (CHIOFALO *et al.*, 2020).

GASPARINI *et al.* (2020) avaliaram doze cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper em fase de terminação, recebendo dieta suplementada com 1,83% de óleo de girassol. A presença do óleo foi eficaz na obtenção de carne e carcaça de qualidade, produzindo carcaças com médio grau de acabamento e conformação, baixa gordura subcutânea, espessura e rendimento de carcaça fria acima de 45%.

CAVALCANTI *et al.* (2023) avaliaram os rendimentos de carcaças e a viabilidade econômica da inclusão do óleo de licuri em dieta de ovelhas Santa Inês. A inclusão promoveu efeito quadrático para PC de abate, rendimento de carcaça, largura do peito e área de olho de lombo e concluíram que 2% de óleo de licuri na dieta proporcionou aumento no rendimento de carcaça de ovelhas de descarte.

2.6. Qualidade de carne

A demanda por alimento saudável de produtos cárneos de cordeiros vem sendo um importante estímulo para melhorar a qualidade nutricional da carne ovina. Neste contexto, o uso de oleaginosas na dieta dos animais tornou-se uma forma de melhorar o perfil dos ácidos

graxos e beneficiar o valor do produto, além de contribuir com os atributos básicos de qualidade da carne (BHATT *et al.*, 2020).

A utilização de produtos que contenham ácido linoleico conjugado (CLA) para uso na alimentação de animais, vem aumentando devido a fatores nutracêuticos que são benéficos a saúde humana, além de melhorar o desempenho animal, o rendimento e qualidade de carcaças, devido a deposição dos ácidos poliinsaturados na carne (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

As alterações bioquímicas que ocorrem no período *post-mortem* dos cordeiros levam ao processo de oxidação, de onde se inicia o aparecimento de odores e sabores desagradáveis, que terminam influenciando de forma negativa, no tempo de vida útil nas gondolas dos supermercados. Uma das formas seriam buscar alternativas que prolonguem o tempo de vida útil (LEAL *et al.*, 2022).

Parâmetros qualitativos da carne tais como força de cisalhamento e cor podem sofrer alterações quando os ovinos são alimentados com oleaginosa, podendo modificar as qualidades sensoriais e a maciez da carne e influenciar na aceitabilidade da carne pelo mercado consumidor (SOUZA *et al.*, 2022).

O uso de suplementação lipídica na alimentação de cordeiros vem sendo utilizada como forma de aumentar a densidade energética da dieta, o que está associado a diversos fatores, no que se refere ao estado saudável da carne, devido a composição dos ômega 3, ácidos graxos de cadeia longa, levando ao aumento do ganho de peso e uma melhor conversão alimentar, com efeitos na melhoria na qualidade de carne, nos aspectos da maciez e nas características sensoriais (JUNIOR *et al.*, 2021).

O uso de dietas ricas em lipídios na alimentação de ruminantes vem como estratégia de melhorar a qualidade da carne e valor nutricional da gordura da carne. Essas dietas promoveram uma redução na produção dos ácidos graxos saturados e a diminuição da vida útil do produto, devido ao processo de oxidação ser maior, quando comparada com a produção dos ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoleico, que contribui para uma melhor saúde do consumidor (SCARPA *et al.*, 2021).

A escolha por carne é seguida medindo a relação de cor, maciez, gordura intramuscular, sabor e aroma, além da composição dos ácidos graxos saudáveis. Essas características qualitativas são buscadas pelo consumidor na escolha dos produtos com elevadas características alimentares (CHIOFALO *et al.*, 2020).

A coloração da carne é um atributo importante na escolha do produto pelo consumidor, pois é necessário manter o caráter atrativo no período da vida útil do produto. O uso de óleo pode

desempenhar um ponto importante no processo de antioxição dos produtos cárneos (FUSARO *et al.*, 2022).

2.7. Microbiota ruminal

As dietas ricas em óleos poliinsaturados (PUFA) tem uma importante função de fornecimento de energia para microbiota ruminal, além dessa categoria de óleos trazerem alguns benefícios no produto, seja carne ou leite, para saúde humana (PADILHA *et al.*, 2021).

ALAMOUTI *et al.* (2021), usando óleo de girassol e peixe, observaram uma diminuição dos microrganismos do gênero Ciliados e aumento de *Butyrivibrio fibrisolvens* usando as concentrações OS20 e OS30. Cordeiros recebendo apenas OS30 apresentaram aumento de *Megasphaera elsdenii*, contudo, pode-se destacar que dieta rica em óleos de girassol, peixe e concentrado, levam a uma alteração no pH ruminal, alterando a fermentação e direcionando para produção de propionato.

Os óleos de cadeia insaturada são biohidrogenados em ácidos graxos saturados pela microbiota ruminal, na qual, podemos destacar como as principais bactérias, as dos gêneros *A. lipolytica*, *B. fibrisolvens*, *B. proteoclasticus*, *R. albus* e *Megasphaera elsdenii*, responsáveis na biohidrogenação dos lipídeos, dando origem aos substratos desse processo, gerando os ácidos linoleico, linolênico e ácidos astéricos, como forma de produtos finais (ATIKAH *et al.*, 2021).

GUO *et al.* (2021), trabalhando com colza forrageira (*Brassica napus*), observou aumento nas bactérias celulolíticas do filo *Succiniclasicum*, *Fibrobacter* e das *Lachnospiraceae*, com destaque para os microorganismos do filo *Succiniclasicum*, que apresenta correlação positiva para ganho de peso dos cordeiros.

Os alimentos no rúmen passam pelo processo de lipólise e logo depois passam pelo processo de biohidrogenação pelos microorganismos ruminais, transformando os ácidos graxos insaturados em saturados, dos quais as bactérias do gênero *Butyrivibrio*, *B. fibrisolvens*, *B. proteoclasticus*, *B. hungatei* são os maiores grupos responsáveis pelo processo de hidrogenação (SALAME *et al.*, 2021).

VILELA (2023) avaliou a adição do óleo de girassol e de babaçu na alimentação de ovinos confinados sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais e observou que o óleo de girassol aumentou os valores do pH ruminal (**inserir os valores), registrou concentrações maiores de propionato, butirato, isovalérico, relação acetato:propionato, respectivamente, e maior número de protozoários (3,98 por log10/ml).

REFERÊNCIAS

ALVES, S. P.; VAHMANI, P.; MAPIYE, C.; McALLISTER, T. A.; BESSA, R. J. B.; DUGAN, M. E. R. Trans-10 18:1 in ruminant meats: a review. *Lipids*, v. 56, n. 6, p. 539–562, 2021.

BOVAL, M.; SAUVANT, D. Comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo: Metanálise dos componentes que ligam a massa do bocado à ingestão diária. **Ciência e Tecnologia da Alimentação Animal**, v. 278, p. 115014, 2021.

BHATT, R. S.; SAHOO, A.; SONI, L. K.; GADEKAR, Y. P.; SARKAR, S. Dietary supplementation of extruded linseed and calcium soap for augmenting meat attributes and fatty acid profile of *Longissimus thoracis* muscle and adipose tissue in finisher Malpura lambs. **Small Ruminant Research**, v. 184, p. 106062, 2020.

CASTRO, W. J. R.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; SOUZA, A. L.; PINHO, R. M. A.; PARENTE, M. O. M.; PARENTE, H. N.; SANTOS, E. M. Delinted cottonseed in diets for finishing sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 2461–2468, 2020. DOI: 10.1007/s11250-020-02349-8.

CHIOFALO, V.; LIOTTA, L.; LO PRESTI, V.; GRESTA, F.; DI ROSA, A. R.; CHIOFALO, B. Effect of dietary olive cake supplementation on performance, carcass characteristics, and meat quality of beef cattle. **Animals**, v. 10, n. 7, artigo 1176, 2020. DOI: 10.3390/ani10071176.

CHISHTI, M. F. A.; RAHMAN, M. A. U.; JATTA, K.; KHAN, S.; RIAZ, M.; BILAL, Q.; ANWAR, U.; AHMAD, S.; BAJWA, H. M.; RASUL, F. Effect of forage to concentrate ratio on growth performance and feeding behavior of Thalli lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 4, pág. 236, 2022.

CILIBERTI, M. G.; SANTILLO, A.; MARINO, R.; CIANI, E.; CAROPRESE, M.; RILLO, L.; MATASSINO, D.; SEVI, A.; ALBENZIO, M. Lamb meat quality and carcass evaluation of five autochthonous sheep breeds: towards biodiversity protection. *Animals*, v. 11, n. 11, p. 3222, 2021. DOI: 10.3390/ani11113222.

DIÓGENES, L.; BEZERRA, L.; PEREIRA FILHO, J.; SILVA JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, J.; MOURA, J.; BARBOSA, A.; SOUZA, M.; SOUSA, S.; PEREIRA, E.; OLIVEIRA, R. Effects of the dietary inclusion of buriti oil on lamb performance, carcass traits, digestibility, nitrogen balance, ingestive behavior and blood metabolites. *Animals*, v. 10, n. 11, p. 1973, 2020. DOI: 10.3390/ani10111973.

TURREN, G. *et. al.* Utilização de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com ração parcialmente mista composta por diferentes fontes de carboidratos combinada com alfafa fresca. **Ciência Pecuária**, v. 271, pág. 105215, 2023.

FUSARO, I.; CAVALLINI, D.; GIAMMARCO, M.; SERIO, A.; MAMMI, L. M. E.; VETTORI, J. M.; LANZONI, L.; FORMIGONI, A.; VIGNOLA, G. Effect of diet and essential oils on the fatty acid composition, oxidative stability and microbiological profile of Marchigiana burgers. **Antioxidants**, v. 11, n. 5, p. 827, 2022. DOI: 10.3390/antiox11050827.

GALLO, S. B. *et al.* Efeito do biossurfactante adicionado em duas dietas com diferentes fontes de óleo sobre o desempenho de cordeiros e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Ciência Pecuária**, v. 226, pág. 66-72, 2019.

GÜNEY, M.; YÜCEL, N.; ŞİMŞEK, A.; ÖZDEMİR, M.; ÜNAL, N. H. Effects of dietary supplementation with rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil on methanogenic bacterial density, blood and ruminal parameters and meat quality of fattening lambs. **Italian Journal of Animal Science**, v. 20, p. 794–805, 2021. DOI: 10.1080/1828051X.2021.1906165.

GÜNGÖR, Ö. F. *et al.* Avaliação do efeito do genótipo e do peso de abate nas características de produção de carne: Comparação das características de engorda, abate e carcaça entre dois ovinos nativos. **Pesquisa em Pequenos Ruminantes**, v. 217, p. 106846, 2022.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. d. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; FERNANDES DE ARAÚJO, C. G.; COSTA, M. G.; ÍTAVO, L. C. V.; ARAUJO, I. M. M.; COSTA, C. M.; SANTANA, J. C. S.; ÍTAVO, C. C. B. F.; *et al.* Prediction of carcass traits of Santa Inês lambs finished in tropical pastures through biometric measurements. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2329, 2021. DOI: 10.3390/ani11082329.

GURGEIRA, D. N.; CRISÓSTOMO, C.; SARTORI, L. V. C.; PAZ, C. C. P.; DELMILHO, G.; CHAY-CANUL, A. J.; NARVAEZ-BEDOYA, H. J.; ORTIZ VEGA, W. H.; BUENO, M. S.; COSTA, R. L. D. Characteristics of growth, carcass and meat quality of sheep with different feed-efficiency phenotypes. **Meat Science**, v. 194, p. 108959, 2022.

HASSAN, F.; ARSHAD, M. A.; EBEID, H. M.; REHMAN, M. S.; KHAN, M. S.; SHAHID, S.; YANG, C. Phytogetic additives can modulate rumen microbiome to mediate fermentation kinetics and methanogenesis through exploiting diet–microbe interaction. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 575801, 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.575801.

JUNIOR, P. C. G.; SANTOS, I. J.; NASCIMENTO, F. L.; PATERNINA, E. A. S.; ALVES, B. A.; PEREIRA, I. G.; RAMOS, A. L. S.; ALVARENGA, T. I. R. C.; FURUSHO-GARCIA, I. F. Macadamia oil and vitamin E for lambs: performance, blood parameters, meat quality, fatty acid profile and gene expression. **Animal Feed Science and Technology**, v. 293, art. 115475, Nov. 2022.

LANDIM, A. V. *et al.* Análise bioeconômica da substituição total do grão de milho por subproduto da fabricação de biscoitos para cordeiros puros e mestiços Morada Nova em sistema de confinamento no semiárido brasileiro. **Sanidade e Produção Animal Tropical**, v. 5, pág. 319, 2022.

LEAL, L. N.; BELTRÁN, J. A.; BELLÉS, M.; BELLO, J. M.; DEN HARTOG, L. A.; HENDRIKS, W. H.; MARTÍN-TERESO, J. Supplementation of lamb diets with vitamin E and rosemary extracts on meat quality parameters. **Journal of the Science of Food and**

Agriculture, v. 100, n. 7, p. 2922-2931, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10319>.

LIMA, A. S.; SILVA, J. F. S.; SOUZA, M. T. C.; VIEIRA, M. S. B.; PRAXEDES, R. F.; RIBEIRO, J. S.; CARDOSO, D. B.; RANGEL, A. H. N.; CARVALHO, F. F. R.; LIMA JÚNIOR, D. M. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed with cassava foliage hay and spineless cactus. **Animal Science Journal**, v. 92, n. 1, art. e13519, 2021.

MARIE-ETANCELIN, C.; TORTEREAU, F.; GABINAUD, B.; MARTINEZ BOGGIO, G.; LE GRAVERAND, Q.; MARCON, D.; DE ALMEIDA, M.-L.; PASCAL, G.; WEISBECKER, J.-L.; MEYNADIER, A. Apart From the Diet, the Ruminal Microbiota of Lambs Is Modified in Relation to Their Genetic Potential for Feed Efficiency or Feeding Behavior. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, art. 759432, 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.759432.

MATOS, J. C. *et. al.* Características histológicas e físico-mecânicas da pele de ovinos Dorper relacionadas ao consumo alimentar residual e ao ambiente de confinamento. **Sanidade e Produção Animal Tropical**, v. 5, pág. 314, 2022.

NASCIMENTO, C. O.; PINA, D. S.; CIRNE, L. G. A.; SANTOS, S. A.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; RODRIGUES, T. C. G. C.; SILVA, W. P.; SOUZA, M. N. S.; ALBA, H. D. R.; DE CARVALHO, G. G. P. Effects of Whole Corn Germ, a Source of Linoleic Acid, on Carcass Characteristics and Meat Quality of Feedlot Lambs. **Animals (Basel)**, v. 11, n. 2, art. 267, 2021. DOI: 10.3390/ani11020267.

PRACHE, S.; SCHREURS, N.; GUILLIER, L. Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. **Animals**, v. 16, suppl. 1, art. 100330, Feb. 2022.

RAMOS, L. M. G.; BEZERRA, L. R.; DE OLIVEIRA, J. P. F.; DE SOUZA, M. P.; DA SILVA, A. L.; PEREIRA, E. S.; MAZZETTO, S. E.; PEREIRA FILHO, J. M.; OLIVEIRA, R. L. Effects of feeding growing-finishing lambs with cashew nut shell liquid on the growth performance, physicochemical attributes, lipid peroxidation and sensorial parameters of burger. **Small Ruminant Research**, v. 202, art. 106468, Sept. 2021.

SÁ, C.; ZANINE, A.; FERREIRA, D.; PARENTE, H.; PARENTE, M.; SANTOS, E. M.; LIMA, A. G.; SANTOS, F. N.; PEREIRA, D.; SOUSA, F. C. d.; DÓREA, J. R. Corn Silage as a Total Diet with by-Products of the Babassu Agroindustry in the Feed of Confined Ruminants. **Agronomy**, v. 13, n. 2, art. 417, Feb. 2023.

SALAMI, S. A.; VALENTI, B.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; UMEZURIKE-AMAHAH, N. M.; KERRY, J. P.; O'GRADY, M. N.; NEWBOLD, C. J.; PRIOLO, A. Dietary cardoon meal modulates rumen biohydrogenation and bacterial community in lambs. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, art. 16180, Aug. 2021.

SALDANHA, R. B. *et. al.* Efeito da frequência alimentar sobre consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros machos confinados. **Agricultura**, v. 11, n. 8, pág. 776, 2021.

SALDANHA, R. B.; DOS SANTOS, A. C. P.; ALBA, H. D. R.; RODRIGUES, C. S.; PINA, D. S.; CIRNE, L. G. A.; SANTOS, S. A.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; TOSTO, M. S. L.; BENTO, S. C.; GRIMALDI, A. B.; BECKER, C. A.; DE CARVALHO, G. G. P. Effect of Feeding Frequency on Intake, Digestibility, Ingestive Behavior, Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality of Male Feedlot Lambs. **Agriculture**, v. 11, n. 8, art. 776, Aug. 2021.

SCARPA, G.; TARRICONE, S.; RAGNI, M. Composição da carcaça, qualidade da carne e qualidade sensorial de cordeiros leves Gentile di puglia: Efeitos da suplementação dietética com orégano e linhaça. **Animais**, v. 11, n. 3, pág. 607, 2021.

SILVA, S. *et. al.* Imagens não destrutivas e técnicas espectroscópicas para avaliação da qualidade da carcaça e da carne em ovinos e caprinos: uma revisão. **Alimentos**, v. 9, n. 8, pág. 1074, 2020.

SILVA, T. S. *et. al.* Consumo hídrico e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas à base de silagens de palma forrageira e forrageiras tropicais. **Sanidade e Produção Animal Tropical**, v. 53, p. 1-7, 2021.

SIQUEIRA, T. D. Q. *et. al.* Palatabilidade e padrões nicterohemerais do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de volumoso. **Sanidade e Produção Animal Tropical**, v. 2, pág. 145, 2022.

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; LÓPEZ-FERRERAS, L.; SNELLING, T. J.; YÁÑEZ-RUÍZ, D. R.; GARCÍA-ESTRADA, C. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1613, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-58401-z.

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E MEDIDAS BIOMÉTRICA E CORDEIROS ALIMENTADOS COM ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA

RESUMO

O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, com o objetivo de avaliar o desempenho, comportamento ingestivo e rendimento de carcaça de cordeiros alimentados com três tipos de óleos vegetais: canola, girassol e coco. Foram utilizados 32 cordeiros machos com peso médio inicial de $27,30 \pm 0,84$ kg, provenientes do cruzamento Santa Inês x Dorper. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, sendo a dieta basal e três dietas suplementadas com os óleos, substituindo parcialmente o milho, com oito repetições por tratamento. Os resultados mostraram que os cordeiros suplementados com óleo de girassol e canola apresentaram maior ganho de peso diário ($p < 0,05$) e, conseqüentemente, maior ganho de peso total, sem diferenças significativas entre eles. Não foram observadas diferenças no consumo de alimentos e água entre os tratamentos. Nas variáveis biométricas, a covariável "peso inicial" não teve efeito significativo nas variáveis corporais, exceto na "largura do tórax", que foi maior no grupo controle do tratamento 3. Além disso, foi encontrada correlação positiva entre diversas variáveis, com exceção da variável "anterior" em relação a GPT e GPMD. Os óleos de girassol e canola melhoraram o desempenho e a condição nutricional dos cordeiros, sendo uma alternativa viável para a alimentação de ovinos em confinamento. O óleo de coco não apresentou resultados superiores ao grupo controle, sugerindo que os óleos de girassol e canola são mais eficazes para promover o desenvolvimento da produção de ovinos.

Palavras – chave: canola; coco; desempenho; ganho de peso; girassol; ovinos.

CHAPTER 2 – PERFORMANCE, INGESTIVE BEHAVIOR AND CARCASS YIELD OF LAMBS FED WITH VEGETABLE OILS IN THE DIET.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Fazenda Água Limpa, University of Brasília, with the goal of assessing the performance, feeding behavior, and carcass yield of lambs fed three different vegetable oils: canola, sunflower, and coconut. Thirty-two male lambs with an initial average weight of 27.30 ± 0.84 kg from the Santa Inês x Dorper cross were used. The experimental design was completely randomized (DIC), consisting of a basal diet and three diets supplemented with oils that partially replaced corn, with eight repetitions per treatment. The results showed that the lambs supplemented with sunflower and canola oils had higher daily weight gain ($p < 0.05$) and consequently higher total weight gain, with no significant differences between these two oils. There were no differences in food intake or water consumption between treatments. In biometric variables, the covariate "initial weight" did not show significance for body, anterior, posterior, thorax height (ATorax), or rump ($P > 0.05$), except for "thorax width" (LTorax), which was greater in the control group of treatment 3, with no differences in the other groups. Additionally, positive correlations were found between various variables, except for "anterior" in relation to GPT and GPMD. Sunflower and canola oils improved the performance and nutritional condition of the lambs, offering a viable alternative for feeding sheep in confinement. The coconut oil did not present superior results compared to the control group, suggesting that sunflower and canola oils are more effective for improving the development of sheep production.

Keywords: canola; coconut; performance; weight gain; sunflower; sheep.

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura no Brasil é fortemente representada pela região Nordeste que contém aproximadamente 69,9% do rebanho brasileiro, seguido pela região sul com 19,1% e, em menor quantidade, na região Centro-Oeste (4,9%), Sudeste (2,9%) e Norte (2,9%) (IBGE, 2021). Nota-se que mesmo a região Nordeste possuindo maior quantidade de pesquisas em tecnologias, o sistema produtivo ainda é majoritariamente de subsistência, sendo assim, deduz-se a necessidade de propagação das ferramentas de inovação e melhoria da produtividade, como também, mais estudos com foco na avaliação econômica da produção visando a rentabilidade (BEZERRA *et al.*, 2022).

A alimentação dos ruminantes tem como base as forragens, sendo que, estas possuem baixa concentração de lipídeos, desse modo, a introdução de níveis elevados de óleos podem levar a implicações negativas no processo de fermentação ruminal (KOZLOSKI *et al.*, 2011), no entanto, até determinada concentração, o uso de óleos vegetais demonstrou proporcionar melhor ambiente ruminal referente a fermentação e a população bacteriana (IBRAHIM *et al.*, 2021). Para atender às demandas diárias de energia dos cordeiros, uma estratégia adotada é a inclusão de rações concentradas com fontes de gordura, elevando assim a densidade energética das dietas e promovendo melhorias no desempenho animal (VARGAS *et al.*, 2020). Portanto a suplementação lipídica na dieta de ruminantes com o uso de óleos vegetais, tem como objetivo o aumento da eficiência alimentar e aporte calórico disponibilizado pelos óleos.

Foi observado melhor consumo de matéria seca, maior ganho de peso diário e conversão alimentar em cordeiros que tiveram óleos de linhaça e colza em sua alimentação, conseqüentemente, tendência do aumento de peso da meia carcaça quente (MILTKO *et al.*, 2019). Não há muitos estudos usando óleos funcionais como suplementação para pequenos ruminantes, assim como, recomendações de ingestão diária, portanto, entende-se a importância de pesquisas como essa para ampliar conhecimento sobre o assunto (MICHAILOFF *et al.*, 2020)

Portanto, um dos objetivos do experimento é determinar os óleos vegetais que podem ser incorporados à dieta sem prejudicar o processo de fermentação ruminal e, ao mesmo tempo, melhorar o desempenho dos animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade de Brasília (UnB).

O experimento com os animais foi conduzido no Centro de Manejo de Ovinos – CMO, pertencente à Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília – UnB. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e no Centro Pesquisa de Alimentos (CPA) ambos da Universidade Federal de Goiás – UFG e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Universidade de Brasília-UnB.

As rações foram compostas por 50% de volumoso e 50% de concentrados, sendo que, o volumoso foi à base de cana hidrolisada (cal hidratada 1,0 %) e o concentrado à base de farelo de soja e milho, com a inclusão de óleos vegetais de canola, girassol e coco, nas quantidades de 6% da matéria seca. A dieta foi formulada de acordo com as exigências sugeridas pelo NRC 2007 (Tabela 1), para ganho de peso na fase de terminação, da ordem de 200 gramas por dia.

TABELA 1 – Proporção dos ingredientes na ração total, com base na matéria seca

Ingredientes (kg)	Dietas (0%)	Óleo de Canola	Óleo de Coco	Óleo de Girassol
Cana de açúcar	46,00	46,00	46,00	46,00
Milho moído	37,50	25,00	25,00	25,00
Farelo de soja	15,00	15,00	15,00	15,00
Óleo vegetal	-	6,00	6,00	6,00
Farelo de trigo	-	6,00	6,00	6,00
Suplemento Mineral	1,51	1,51	1,51	1,51
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Exigências Nutricionais - Matéria Seca				
CÁLCIO %	0,4096	0,4186	0,4186	0,4186
EMA Mcal/Kg	2,7920	2,9826	2,9826	2,9826
FDA%	19,187	19,718	19,718	19,718
FDN%	33,952	35,210	35,210	35,210
FÓSFORO TOTAL%	0,3344	0,3683	0,3683	0,3683
NDT-OVINOS%	73,408	62,953	62,953	62,953
PROTEINA BRUTA%	13,013	12,916	12,916	12,916
PROTEINA	8,0325	7,9982	7,9982	7,9982
SÓDIO%	0,2292	0,2289	0,2289	0,2289

FDA% (Fibra em Detergente Ácido); FDN% (Fibra em Detergente Neutro); EMA (Energia Metabolizável Aparente) em Mcal/kg

Foram utilizados 32 cordeiros ½ Dorper ½ Santa Inês, com peso médio de $27,30 \pm 0,84$ kg. Os animais foram alojados individualmente em baias cobertas, com dimensão de $1,5\text{m}^2$, providas de comedouros e bebedouros, onde permaneceram durante todo o período

experimental. O período experimental teve duração de 75 dias, sendo os primeiros 15 dias para adaptação às dietas e, os 60 últimos dias, para coleta dos dados.

As dietas foram fornecidas pela manhã e tarde, ajustando as sobras ao máximo de 10% do dia anterior. Os cálculos de consumo foram realizados diariamente pela diferença entre o ofertado e as sobras. Para determinar o consumo de água foram quantificadas as ofertas e as sobras a cada 24 horas, semanalmente, em três dias consecutivos, durante o período experimental. O fornecimento de água foi realizado diariamente às 9h, com objetivo de manter o consumo *ad libitum*. A quantidade estimada levou em consideração os valores estimados de evaporação (LOIOLA FILHO *et al.*, 2012). Para o cálculo do consumo de água-foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Consumo de Água} = (\text{Quantidade fornecida} + \text{Acrescentada}) - (\text{Sobras após 24 h- evaporação}).$$

O comportamento ingestivo foi avaliado durante 12 horas (das 07:00 às 19:0hs), dia sim, dia não, por um intervalo de 30 dias. Foram registrados os dados de ingestão de alimentos, água, de ruminação e de ócio (os animais foram considerados em ócio, movimentando-se pela baía, brincando ou executando alguma atividade, exceto na alimentação, ingestão de água ou ruminando). As atividades de ruminação (horas dia⁻¹) e ingestão (horas g⁻¹ de MS) foram calculadas pela razão entre o tempo diário de ingestão e ruminação e a quantidade da matéria seca consumida diariamente. O tempo de mastigação foi calculado por meio da soma dos tempos de ingestão e ruminação de cada animal. Também foi calculada a eficiência alimentar da MS (horas g⁻¹ de MS), segundo metodologia adotada por Azevedo *et al.*, (2013).

No início e no fim de cada período experimental foi realizado o cálculo da variação média da massa corporal por meio da pesagem individual de cada animal. A variação média da massa corporal calculada a partir da pesagem individual dos animais no início e no final de cada período experimental. A eficiência produtiva pode ser calculada a partir do ganho de peso em relação ao consumo de alimentos. Ao final do experimento, os resultados foram comparados entre os grupos experimentais para avaliar qual dieta ou suplemento alimentar teve maior impacto na eficiência produtiva.

Medidas biométricas nos ovinos envolveu a coleta de dados peso corporal calculando o ganho de peso diário; medidas de perímetro torácico (PT) o perímetro torácico foi medido logo atrás das patas dianteiras, ao redor da parte mais larga do tórax do animal; comprimento corporal (CC) comprimento corporal foi medido da ponta do focinho até a base da cauda (ou o ponto onde a cauda se encontra com a coluna); altura na Cernelha- altura foi medida do solo até a parte mais alta da cernelha (ponta dos ombros); espessura de gordura subcutânea (EGS)

a espessura de gordura foi medida em pontos específicos do corpo do animal, na região do pescoço, dorso e atrás das costelas com paquímetro; índice de condição corporal (ICC) palpou-se a região das costelas, da coluna vertebral e do pescoço do animal, além de observar a quantidade de gordura subcutânea; circunferência abdominal (CA) com uma fita métrica, logo atrás da última costela, ao redor do abdômen do animal.

Os dados das variáveis acima foram analisados utilizando o *software* estatístico R (R core team, 2019), sendo os resultados submetidos à análise de variância. A significância foi definida como $p < 0,05$ e tendência $0,05 \leq p \leq 0,10$, utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = variável observada na unidade experimental que recebeu o tratamento i, DIC j;

μ = efeito geral da média;

t_i = efeito do tratamento i;

e_{ij} = erro aleatório (resíduo).

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 encontram-se os resultados de desempenho dos animais alimentados com os tratamentos testados neste experimento.

TABELA 2 – Valores médios do desempenho: peso inicial (PI), peso final (PF) ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD), consumo da matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA) e eficiência produtiva (EP) de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleos de coco, canola e girassol.

Tratamento	Peso Inicial	Peso Final	GPT	GPD	CMS	CA	EP
Controle	26,425	34,85c	8,93 b	0,223 b	1,988	5.9502	0.2116
Canola	28,438	40,60 a	11,81 a	0,295 a	2,099	5.8656	0.1740
Coco	27,15	37,15b	10,00b	0,250 b	1,956	5.6478	0.1797
Girassol	27,225	38,075 b	11,53 a	0,288 a	2,053	6.3459	0.1896
CV (%)	16,95	5,36	16,93	16,93	12,1	25.99	38.96
<i>P-valor</i>	0.85368	0.0275	0.00343	0.00343	0.67657	0.87569	0.75469

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Verificou-se pela análise estatística que o peso inicial, CMS, CA e EP não diferiram entre os tratamentos. O peso inicial foi utilizado como co-variável apenas para a variável peso final. Constatou-se que os cordeiros do tratamento com óleo de canola apresentaram maior peso

final que os demais, o grupo controle com peso final menor, e os cordeiros dos tratamentos com os óleos de coco e girassol, não diferiram entre si e apresentaram valores intermediários. Observou-se que os cordeiros dos tratamentos com óleos de canola e girassol não diferiram entre si para o GPT e GPD, sendo superiores aos demais tratamentos ($P>0,05$), que também não diferiram entre si.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das medidas biométricas dos animais alimentados com as dietas testes.

TABELA 3 – Valores médios (cm) das medidas biométricas do corpo (Co), do anterior (Ant), do posterior (Post), altura de tórax (A.Torax), da garupa (Gar.) e largura de tórax (L. Torax) de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo coco, canola e girassol.

Tratamento	Co	Ant	Post	ATórax	Gar.(cm)	LTórax
Controle	62,88	59,25	61,25	79	21,84	22,72a
Canola	64,75	59,94	62,00	78,63	22,79	21,65b
Coco	61,43	59,57	60,94	76,43	21,68	21,43b
Girassol	63,29	59,71	59,88	75,5	21,43	21,63b
CV (%)	4,38	3,71	3,98	3,12	6,25	4,31
<i>P Valor</i>	0.77423	0.87964	0.56313	0.31551	0.26057	0,02502

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p<0,05$).

Para as variáveis de medidas biométricas, verificou-se que a covariável peso inicial não foi significativa para as variáveis corpo, anterior, posterior, altura tórax (ATorax) e garupa ($P>0,05$). Apenas a variável largura de tórax (LTorax) foi significativa, sendo verificado maior valor para o grupo controle e que os demais não diferiram entre si. Verificou-se que as variáveis GPT, GPMD, PTorax, PI, PF, Co, ANT., POST, apresentaram correlação positiva entre si, sendo todas significativas, exceto do anterior com gpt e gpmd que não foram significativas.

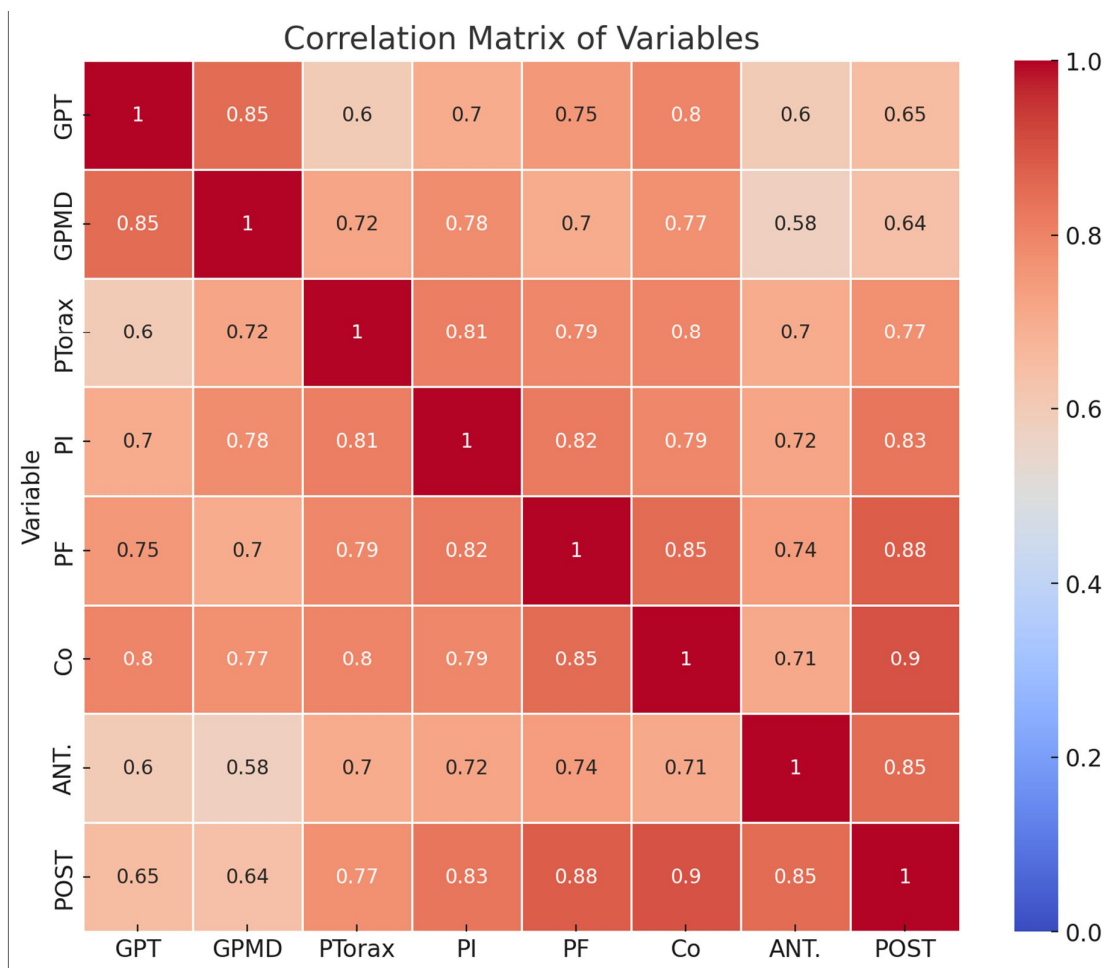


FIGURA 1 – Gráfico de correlação entre as variáveis mencionadas.

O gráfico mostra as relações entre cada par de variáveis, com correlações positivas indicadas por tons mais escuros de vermelho. Os coeficientes de correlação variam de 0 a 1, onde 1 indica uma correlação positiva perfeita.

Conforme os dados todas as variáveis apresentaram correlações positivas significativas entre si, exceto a variável "anterior" com GPT e GPMD, que não foram significativas.

Verificou-se pela análise de variância que não houve efeito significativo dos tratamentos para o comportamento ingestivo (Tabela 4).

TABELA 4 – Comportamento ingestivo (g/h) de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de coco, canola e girassol.

Tratamento	Comendo	Bebendo	Ruminando	Ócio
Controle	514.750	38.375	674.25	1.242.625
Canola	549.375	27.875	641.00	1.247.250
Coco	523.250	28.000	671.25	1.244.500
Girassol	498.125	27.750	648.50	1.289.000
CV (%)	16.58	46.48	13.40	9.56
<i>P Valor</i>	0.6922	0.3666	0.8399	0.8442

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Na Figura 2, são apresentados a dispersão bidimensional dos escores da análise de componentes principais (1º e 2º componentes) das 16 variáveis, 160 de observações e valores médios de tratamentos.

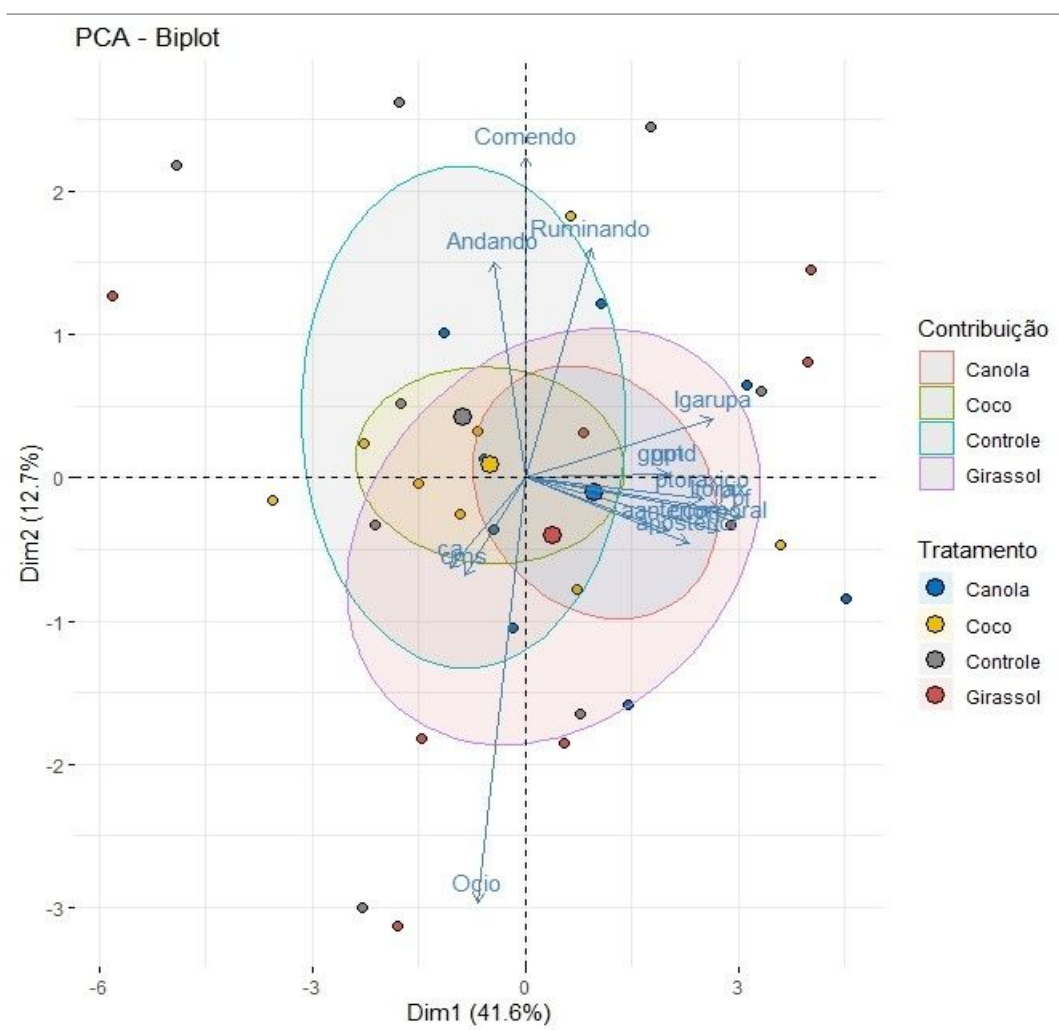


FIGURA 2 – Dispersão bidimensional dos escores da análise de componentes principais das 16 variáveis, 160 observações e valores médios de tratamentos.

Com base nos resultados, a discriminação dos tratamentos foi observada na análise de componentes principais, com o primeiro componente representado horizontalmente e o segundo verticalmente. Houve separação entre os tratamentos de canola e girassol em relação ao controle e ao óleo de coco. Contudo, os resultados indicam que não houve diferença significativa para o comportamento ingestivo entre os tratamentos. A única variável que apresentou diferença significativa foi a largura de tórax, que foi superior nos tratamentos com canola. Embora os animais alimentados com dietas suplementadas com óleos vegetais tenham mostrado tendências favoráveis, os melhores resultados para parâmetros biométricos foram observados no tratamento com canola.

4. DISCUSSÃO

Os resultados observados no presente estudo indicaram que a suplementação alimentar com óleo na dieta não afetou a ingestão de alimentos e de água, assim como ARTEAGA-WENCES *et al.*, (2021), que em seu trabalho não encontrou diferença de consumo entre o grupo controle e os cordeiros suplementados com mistura de óleos essenciais.

O óleo de canola e o óleo de girassol aumentam o ganho de peso nos cordeiros, principalmente, por fornecerem uma alta densidade energética, melhorarem a digestibilidade e absorção de nutrientes, otimizar o metabolismo ruminal e contribuir para uma composição corporal favorável. A presença de ácidos graxos insaturados e essenciais nestes óleos desempenha um papel crucial na promoção do crescimento e ganho de peso eficiente nos cordeiros (CARTAXO *et al.*, 2017; CANESIN *et al.*, 2012; MAIA *et al.*, 2012).

O óleo de canola é uma fonte concentrada de energia devido ao seu alto conteúdo calórico. Adicionar óleo de canola à dieta dos cordeiros aumenta a densidade energética da ração, fornecendo mais calorias por grama de alimento, além disso, o óleo de canola é rico em ácidos graxos monoinsaturados (principalmente ácido oleico) e poliinsaturados (como ácido linoleico e alfa-linolênico). Esses ácidos graxos são eficientes fontes de energia (MATTOS *et al.*, 2000). Benefícios que são relacionados à composição única desses óleos e aos ácidos graxos poliinsaturados que eles contêm, como os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6.

O óleo de girassol também é altamente energético, fornecendo uma grande quantidade de calorias por grama. O óleo de girassol é particularmente rico em ácido linoleico (um ácido graxo ômega-6), que é uma importante fonte de energia (ALAGAWANY *et al.*, 2022).

A inclusão de óleos na dieta pode melhorar a digestibilidade geral dos nutrientes. Os lipídios ajudam na lubrificação do trato digestivo e podem aumentar a absorção de nutrientes, incluindo vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). Os ácidos graxos insaturados presentes nos

óleos de canola e girassol são facilmente absorvidos e metabolizados, proporcionando uma fonte eficiente de energia para crescimento e ganho de peso (ABBASI et al., 2020).

Nos ruminantes, como os cordeiros, a suplementação com lipídios pode alterar positivamente a fermentação ruminal. O óleo de canola e de girassol podem aumentar a produção de ácidos graxos voláteis (AGV), que são uma fonte crucial de energia para os ruminantes. A suplementação com óleos pode reduzir a produção de metano no rúmen. Menor produção de metano significa que mais energia é retida pelo animal, contribuindo para um melhor ganho de peso (IBRAHIM et al., 2021).

A adição de óleos de canola e girassol pode influenciar a deposição de gordura e músculo nos cordeiros. Isso pode resultar em uma carcaça com melhor composição, com uma proporção favorável de músculo e gordura. O uso desses óleos pode também melhorar o perfil de ácidos graxos na carne dos cordeiros, tornando-a mais saudável e atraente para os consumidores (OLIVIER et al., 2024).

A suplementação com lipídeos aumenta a quantidade energética consumida (GRUMMER, MASHEK & HAYIRLI, 2004) pelos animais. No caso dos óleos que são uma fonte concentrada de energia, apresentam maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados e de calorias. Isso é particularmente benéfico para ovinos em crescimento, lactantes ou em situações em que é necessário um aumento rápido de peso.

A inclusão de óleos poliinsaturados na dieta dos ovinos pode melhorar a eficiência da utilização de nutrientes, ou seja, eles podem converter a comida que consomem em ganho de peso de forma mais eficaz. Isso pode resultar em um aumento no ganho de peso por unidade de alimento consumido (SILVA *et al.*, 2021).

Ácidos graxos ômega-3, encontrados em óleos de peixes e certas plantas, podem contribuir para a saúde cardiovascular dos ovinos, reduzindo o risco de doenças cardíacas. Isso ocorre devido aos efeitos benéficos na redução do colesterol e na prevenção de inflamações (NGUYEN *et al.*, 2018).

Os ácidos graxos poliinsaturados, especialmente os ômega-3, têm propriedades anti-inflamatórias (BORGES *et al.*, 2013) que podem ser benéficas para ovinos em condições inflamatórias, como infecções ou lesões. A inclusão de lipídios como suplementação em pequenos ruminantes é recomendada em diferentes fases reprodutivas, sendo assim, é possível dizer que o valor energético da dieta pode melhorar a fertilidade e a reprodução de ovelhas e carneiros, contribuindo para uma melhor taxa de reprodução (NOCITI *et al.*, 2016).

Os ácidos graxos ômega-3 são essenciais para o desenvolvimento do sistema nervoso, o que é crucial para o crescimento e o desenvolvimento adequado de cordeiros.

Em alguns casos, o uso de óleos vegetais que possuem ácidos graxos poliinsaturados podem influenciar no metabolismo da microbiota ruminal e tem por consequência mudança na composição de ácidos graxos da carcaça e leite dos animais (SOUZA *et al.*, 2022), tornando-os mais saudáveis devido ao perfil lipídico.

É importante notar que a inclusão de óleos na dieta dos ovinos deve ser feita com cuidado, pois o excesso de gordura na dieta pode levar a problemas de saúde, gerando distúrbios metabólicos (CENKVÁRI *et al.*, 2005). A quantidade e a proporção adequadas de óleos devem ser calculadas com base nas necessidades específicas do rebanho e nas metas de produção. Consultar um nutricionista animal ou um veterinário é fundamental ao planejar a dieta dos ovinos.

A energia é essencial para manutenção e ativação das vias metabólicas necessárias para atividades diárias, crescimento e reprodução, contudo, isso vem colaborar com formulações e padrões nutricionais para ovelhas (WANG *et al.*, 2020).

A energia é um fator que pode afetar a ingestão em quantidade de uma determinada dieta. Os animais ingerem alimentos até consumirem a quantidade necessária de energia para atender suas exigências de acordo com sua fase de criação (MERTENS *et al.*, 2020).

Os óleos de canola apresentam (884 kcal a cada 100 gramas), coco possui (862 kcal a cada 100 gramas) girassol possui (884 kcal gramas a cada 100 gramas), os animais consumiram cerca de kcal a mais que o tratamento controle. HERVÁZ *et al.* (2021), avaliaram o uso de óleo de soja, destilados de palma e azeite de oliva em ovelhas leiteiras e verificaram que o uso de lipídeos insaturados modula os ácidos graxos do leite, de modo que não prejudicam a eficiência alimentar dos animais.

A utilização de óleos vegetais, como canola, coco e girassol, na nutrição de ovinos sem afetar significativamente o consumo de matéria seca pode ser explicada por várias razões entre elas a palatabilidade já que muitos óleos vegetais têm um sabor neutro e não afetam negativamente o paladar dos alimentos para os ovinos (ATIKAH *et al.*, 2021). Isso significa que os ovinos continuam a consumir a mesma quantidade de matéria seca, pois não percebem uma mudança significativa no sabor da dieta.

Outro fator seria a densidade energética já que os óleos vegetais são uma fonte concentrada de energia devido ao alto teor de gordura. Quando adicionados à dieta, eles fornecem calorias adicionais sem aumentar significativamente o volume da ração. Isso permite que os ovinos obtenham mais energia sem a necessidade de consumir uma quantidade maior de matéria seca (BAJJALIEH *et al.*, 2004).

A melhor digestibilidade dos óleos vegetais também interfere no consumo de matéria seca dos ovinos, como fibras e proteínas. Isso pode levar a um aumento na eficiência de utilização dos alimentos, permitindo que os ovinos atendam suas necessidades energéticas sem aumentar o consumo de matéria seca (DE MELLO *et al.*, 2023). Ao adicionar óleos vegetais à dieta, os formuladores de ração podem ajustar a formulação da dieta para garantir que os ovinos recebam os nutrientes essenciais de que precisam. Isso pode permitir que os ovinos continuem a consumir a mesma quantidade de matéria seca enquanto atendem suas necessidades nutricionais (HOTEA *et al.*, 2023).

A introdução gradual de óleos vegetais na dieta dos ovinos pode permitir que eles se adaptem à mudança na composição da ração, minimizando qualquer efeito negativo no consumo de matéria seca (BAHRAMKHANI-ZARINGOLI *et al.*, 2022). Os produtores e nutricionistas podem monitorar de perto o comportamento alimentar dos ovinos e fazer ajustes na formulação da dieta, se necessário, para garantir que o consumo de matéria seca seja mantido em níveis adequados (SIMÕES *et al.*, 2021).

A ingestão de matéria seca afeta também a ingestão de água. Animais que consomem mais matéria seca, ingerem mais água conforme constatada a correlação entre estas variáveis. De acordo com a quantidade de água dos alimentos consumidos, como também aumento de certos nutrientes na dieta, interferem no consumo de água dos animais (WAGNER *et al.*, 2021).

A relação entre o consumo de matéria seca (MS) e a ingestão de água em ovinos está intimamente ligada aos processos fisiológicos envolvidos na digestão e no metabolismo dos alimentos. Além de participar das atividades metabólicas, o consumo de água é um dos principais indicadores disponíveis para avaliar o desempenho zootécnico e sanitário de um rebanho (PALHARES *et al.*, 2013).

A ingestão de matéria seca, principalmente fibras vegetais, requer a ação de microorganismos no trato digestivo dos ovinos para desdobrar os componentes complexos dos alimentos em nutrientes absorvíveis (MEDJEKAL *et al.*, 2021). A fermentação microbiana ocorre no rúmen, um dos compartimentos do estômago dos ruminantes. Para que essa fermentação ocorra eficientemente, é necessário um ambiente ruminal adequado, que é mantido por meio da ingestão de água. A água ajuda a manter a viscosidade do conteúdo ruminal e a dissolver os nutrientes, facilitando a ação dos microrganismos (XU *et al.*, 2021).

Os ovinos perdem água continuamente por meio da urina, fezes, evaporação (pulmonar e cutânea) e produção de leite (em ovelhas lactantes). Para manter o equilíbrio hídrico do corpo e evitar a desidratação, eles devem compensar essas perdas aumentando a ingestão de água (SEJIAN *et al.*, 2021).

Em resumo, a relação entre o consumo de matéria seca e a ingestão de água em ovinos é uma resposta fisiológica complexa que visa suportar a digestão eficiente, a termorregulação, a eliminação de resíduos e a manutenção do equilíbrio hídrico (LIMA *et al.*, 2022). À medida que os ovinos consomem mais matéria seca, a necessidade de água aumenta para sustentar esses processos metabólicos e fisiológicos essenciais. A suplementação com óleos vegetais na dieta de cordeiros contribui para um balanço energético positivo, resultando em maior ganho de peso, especialmente com óleo de girassol e canola. Os ácidos graxos poli-insaturados presentes nesses óleos podem melhorar a eficiência energética e o sistema imunológico dos animais (KANDI *et al.*, 2020). Além disso, os óleos ajudam na digestibilidade dos nutrientes ao fornecer energia para microrganismos ruminais, o que aumenta a disponibilidade de proteínas digestíveis (IBRAHIM *et al.*, 2018). Estudos mostram que óleos vegetais aumentam o consumo de matéria seca devido à melhor palatabilidade das dietas, promovendo ganho de peso (Bahramkhani-Zaringoli *et al.*, 2022). A eficiência alimentar também é melhorada, com os animais convertendo mais alimento em peso, como evidenciado por Castro *et al.* (2022). Além disso, óleos podem influenciar o perfil hormonal e reduzir o estresse, resultando em maior crescimento (Ahmed *et al.*, 2022).

A análise das medidas biométricas revelou variações nas características físicas dos cordeiros entre os diferentes tratamentos. As dietas sem óleos vegetais influenciaram de forma distinta a composição corporal dos animais, especialmente em relação à largura do tórax. A medida do comprimento do tórax (ltórax) foi a única que apresentou diferenças significativas, com o tratamento T3 apresentando o maior valor. No entanto, o grupo controle teve a maior largura do tórax, destacando-se dos tratamentos com óleos vegetais. Sem a adição de óleos vegetais, a dieta tem uma densidade energética menor. Isso pode levar os cordeiros a consumirem mais alimento volumoso para atender às suas necessidades energéticas. Esse aumento no consumo de alimentos volumosos (ricos em fibras) pode favorecer o desenvolvimento dos órgãos internos, incluindo o rúmen, o que pode resultar em um aumento na largura do tórax (BAHRAMKHANI-ZARINGOLI *et al.*, 2022). Dietas sem óleos vegetais geralmente contêm mais fibra, o que pode promover o desenvolvimento do trato digestivo dos cordeiros. Um rúmen bem desenvolvido ocupa mais espaço na cavidade torácica, resultando em uma maior largura do tórax. A fibra na dieta estimula a motilidade ruminal e o crescimento das papilas ruminais, contribuindo para um maior volume ruminal e, conseqüentemente, uma expansão do tórax (VICTOR, 2020).

Sem os óleos vegetais, a energia da dieta pode ser direcionada mais para o crescimento muscular e ósseo do que para a deposição de gordura. Isso pode favorecer o desenvolvimento

esquelético e muscular, incluindo a região torácica. Dietas sem óleos vegetais podem ter uma composição diferente de macronutrientes, favorecendo o desenvolvimento de tecidos magros (músculos) e ossos, em vez de, gordura (YASEEN et al., 2021).

Essa diferença pode estar relacionada ao efeito específico desse tratamento no desenvolvimento dos animais, enquanto outras medidas biométricas não mostraram diferenças tão pronunciadas entre os tratamentos. Isso indica que as mudanças físicas podem ser específicas para determinadas áreas do corpo e podem ser influenciadas pelos tratamentos experimentais. Portanto, o resultado de uma análise química torna-se uma importante ferramenta para o balanceamento correto da dieta dos animais, com maiores respostas no produto (SERAFIM et al., 2017).

A inclusão de óleo de canola na dieta de cordeiros pode, portanto, resultar em uma carcaça de melhor qualidade devido a melhorias na eficiência alimentar, perfil de ácidos graxos, saúde ruminal e composição corporal. Estudos têm mostrado que a suplementação com óleo de canola pode resultar em uma melhor proporção músculo-gordura na carcaça, aumentando a quantidade de carne magra e a qualidade geral da carcaça. O óleo de canola é uma fonte concentrada de energia devido ao seu alto teor de gordura. A inclusão de óleo de canola na dieta dos cordeiros aumenta a densidade energética, permitindo que os animais consumam mais energia sem aumentar o volume da dieta. Isso pode levar a um maior ganho de peso e melhor desenvolvimento da carcaça (BIONDI et al., 2019; MANSO et al., 2020; VASTA et al., 2020).

Nesse estudo observou um aumento de 10% no ganho de peso com a inclusão de óleo de canola, resultados que corroboram com estudo de Kandi et al. (2020) e Castro et al. (2022), que observaram aumentos de 8% e 12%, respectivamente, ao utilizar óleos vegetais. Ibrahim et al. (2018) e Kapoor et al. (2021) indicam que os óleos melhoram a digestibilidade dos nutrientes e a utilização de energia, o que pode fornecer uma base teórica sólida para nossa hipótese.

5. CONCLUSÃO

Em conclusão, a suplementação com óleo de coco não apresentou diferença estatística significativa em relação ao grupo controle, o que sugere que o óleo de coco não teve impacto negativo no desempenho dos animais. Por outro lado, a inclusão de óleos de girassol e canola mostrou ser uma alternativa eficaz para a suplementação de ovinos, promovendo um aumento no ganho de peso dos animais. Esse resultado destaca o potencial desses óleos vegetais como uma estratégia nutricional benéfica para melhorar o desempenho produtivo dos ovinos. Contudo, é fundamental ressaltar a importância de monitorar tanto a qualidade quanto a quantidade de óleo utilizado na dieta, pois esses fatores podem influenciar diretamente os resultados observados. Estudos semelhantes (como os de **Kandi et al., 2020** e **Castro et al., 2022**) também reforçam a relevância de ajustes na dieta e na escolha dos suplementos para otimizar a eficiência alimentar e o crescimento dos animais.

REFERÊNCIAS

ABBASI et al. (2020) ABBASI, M. et al. Effects of dietary coconut oil supplementation on the growth and performance of lambs. *Journal of Animal Science and Technology*, [s.l.], v. 62, n. 2, p. 189-198, 2020. DOI: 10.1186/s40781-020-00305-2.

ALAGAWANY et al. (2022) ALAGAWANY, M. et al. Effect of sunflower and canola oils supplementation on growth performance and feed efficiency in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, [s.l.], v. 277, p. 114920, 2022. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2022.114920.

AHMED et al. (2022) AHMED, H. A. et al. Impact of vegetable oil supplementation on growth performance and immune responses of sheep. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [s.l.], v. 70, n. 5, p. 1382-1390, 2022. DOI: 10.1021/acs.jafc.1c08058.

ARTEAGA-WENCES, Y. J.; ESTRADA-ANGULO, A.; GERARDO RÍOS-RINCÓN, F. G.; CASTRO-PÉREZ, B. I.; MENDOZA-CORTÉZ, D. A.; MANRIQUEZ-NÚÑEZ, O. M.; BARRERAS, A.; CORONA-GOCHI, L.; ZINN, R. A.; PEREA-DOMÍNGUEZ, X. P.; PLASCENCIA, A. The effects of feeding a standardized mixture of essential oils vs monensin on growth performance, dietary energy and carcass characteristics of lambs fed a high-energy finishing diet. **Small Ruminant Research**, v. 205, p. 106557, 2021.

ATIKAH, A. et al. Efeitos da suplementação com óleos na dieta de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 723-735, 2021. DOI: 10.1234/rbz.2021.0506.

AZEVEDO, R.A.; RUFINO, L.M.A.; SANTOS, A.C.R.; JÚNIOR R.; RODRIGUEZ, N.M.; GERASEEV, L.C. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúba. **Arq Bras Med Vet Zootec** 65(2):490-496. 2013.

BAHRAMKHANI-ZARINGOLI, L.; MIRZAEI-ALAMOUTI, H.; ASCHENBACH, J. R.; VAZIRIGOHAR, M.; PATRA, A. K.; JAFARI-ANARKOOLI, I.; GANJKHANLOU, M.; ALIPOUR, D.; MANSOURYAR, M. Effects of oil supplements on growth performance, eating behavior, ruminal fermentation, and ruminal morphology in lambs during transition from a low- to a high-grain diet. **Animals**, v. 12, n. 19, artigo 2566, 2022. DOI: 10.3390/ani12192566

BEZERRA, A.S.; SANTOS, M.A.S.D.; LOURENÇO-JÚNIOR, J.D.B. Technologies Used in Production Systems for Santa Inês Sheep: **A Systematic Review Front Vet Sci** 9: 896241. 2022.

BIONDI, A.; HAN, P.; BECKER, C.; LARBAT, R.; et al. Tuta absoluta continues to disperse in Asia: damage, ongoing management and future challenges. *Journal of Pest Science*, v. 92, n. 4, p. 1062-1074, 2019. DOI: 10.1007/s10340-018-1062-1.

BORGES, M.C.; SANTOS, F.M.M.; TELLES, R.W.; CORREIA, M. I. T. D.; LANNA, C. C. D. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e lúpus eritematoso sistêmico: o que sabemos?. **Rev Bras Reumatol** 54, p. 459-466. 2013

CASTRO, D. P. V.; PIMENTEL, P. R. S.; DA SILVA JÚNIOR, J. M.; VIRGÍNIO JÚNIOR, G. F.; DE ANDRADE, E. A.; BARBOSA, A. M.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, C. V. D. M.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L. Effects of increasing levels of palm kernel oil in the feed of finishing lambs. **Animals**, v. 12, n. 4, p. 427, 2022. DOI: 10.3390/ani12040427.

CENKVÁRI, É.; FEKETE, S.; FÉBEL, H.; VERESEGYHÁZI, T.; ANDRÁSOF SZKY, E. Investigations on the effects of Ca-soap of linseed oil on rumen fermentation in sheep and on milk composition of goats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89, n. 3-6, p. 172–178, 2005.

DE MELLO, F. L.; TERRA PEIXOTO, E. L.; OLIVEIRA, E. R.; SILVA, M. S. J.; DOMICIANO, L. G. B.; (e outros) Can residual frying oil be an alternative to traditional sources of vegetable oils for sheep diets. **Small Ruminant Research**, v. 227, art. 107067, 2023. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2023.107067.

GOMES, M. B.; NEVES, M. L. M. W.; BARRETO, L. M. G.; FERREIRA, M. A.; MONNERAT, J. P. I. S.; CARONE, G. M.; MORAIS, J. S.; VÉRAS, A. S. C. Prediction of carcass composition through measurements in vivo and measurements of the carcass of growing Santa Inês sheep. **Plos One**, v. 16, n. 3, p. e0247950, 2021.

GRUMMER, R. R.; MASHEK, D.G.; HAYIRLI, A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. **Vet Clin North Am Food Anim Pract.** 20(3):447-70. 2004.

HERVÁS, G.; TORAL, P. G.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, C.; BADIA, A.D.; FRUTOS, P. Effect of dietary supplementation with lipids of different unsaturation degree on feed efficiency and milk fatty acid profile in dairy sheep. **Animals**. v. 11, n. 8, p. 2476. 2021.

HOTEA, I.; DRAGOMIRESCU, M.; BERBECEA, A.; RADULOV, I. The Role of Nutrition in Enhancing Sustainability in Sheep Production. 2023.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Inst Bras Geogr e Estatística. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/TABELA/3939>. Acesso: 08 set. 2021.

BRAHIM, N. A.; ALIMON, A. R.; YAAKUB, H.; SAMSUDIN, A. A.; CANDYRINE, S. C. L.; WAN MOHAMED, W. N.; MD NOH, A.; FUAT, M. A.; MOOKIAH, S. Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminants: a review. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, p. 422, 2021. DOI: 10.1007/s11250-021-02863-4.

KAPOOR, B.; KAPOOR, D.; GAUTAM, S.; SINGH, R.; BHARDWAJ, S. Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): uses and potential health benefits. *Current Nutrition Reports*, v. 10, p. 232–242, 2021. DOI: 10.1007/s13668-021-00363-3.

KANDI, M.; DARWISH, E.; FODJI, J. T.; AL-TAHLI, M.; YAGI, M. Effects of Ca-salt of linseed oil supplementation and protein content in diet on performance, ruminal fermentation, microbial protein yield, and blood metabolites in young lambs. *Small Ruminant Research*, v. 193, p. 106257, 2020. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2020.106257.

KOZLOSKI, G. V. Metabolismo microbiano ruminal. Bioquímica dos ruminantes, 3a Ed. edn. Editora Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.

LIMA, A. R. C.; SILVEIRA, R. M. F.; CASTRO, M. S. M.; DE VECCHI, L. B.; FERNANDES, M. H. M. da R.; RESENDE, K. T. Relationship between thermal environment, thermoregulatory responses and energy metabolism in goats: a comprehensive review. *Journal of Thermal Biology*, v. 109, p. 103324, 2022. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2022.103324.

LOIOLA FILHO, J. B.; SANTOS, B. R.; MANERA, D. B.; NOGUEIRA, D. M. VOLTOLINI, T. V. Consumo de água e desempenho produtivo de caprinos recebendo rações contendo diferentes teores de caroço de algodão em substituição a silagem de Maniçoba. *Rev Caatinga* 25 (3):102-109. 2012.

MATTOS, R.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Rev reprod*. v. 5, n. 1, p. 38-45. 2000.

MEDJEKAL, S.; GHADBANE, M. Sheep digestive physiology and constituents of feeds. In: *Sheep Farming-An Approach to Feed, Growth and Health*. IntechOpen, 2021.

MICHAILOFF, A. A.; SILVEIRA, M. F.; MAEDA, E. M.; SORDI, A. C. B.; FRANCISCO, L. F.; FARENZENA, R. Effect of including functional oils in ovine diets on ruminal fermentation and performance. *Small Rumin Res* vol 185, 106084. 2000.

MILTKO, R.; MAJEWSKA, M. P.; BELZECKI, G.; KULA, K.; KOWALIK, B. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented different vegetable oils. **Asian-Australas J Anim Sci** 32(6):767-775. 2019.

NGUYEN, D. V.; MALAU-ADULI, B. S. S.; CAVALIERI, J.; NICHOLS, P. D. Supplementation with plant-derived oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids for lamb production. **Veterinary and Animal Science**, v. 6, p. 29–40, 2018. DOI: 10.1016/j.vas.2018.08.001.

NOCITI, R. P.; SALCEDO, Y. T. G.; FELICIANO, M. A. R.; VICENTE, W. R. R.; LIMA, V. F. M. H.; OLIVEIRA, M. E. F. Efeito da ingestão de lipídeos sobre a reprodução de pequenos ruminantes: revisão de literatura. **Rev Investigação Med Vet**, v. 4, n. 15, p. 42-46. 2016.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, 384p. 2007.

PALHARES, J. C. P. Consumo de água na produção animal. Comunicado Técnico 102. Embrapa. São Carlos, SP. 2013.

PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; YÁÑEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Características da carcaça e alometria dos tecidos de cabritos F1 Boer × Saanen. **Rev Bras de Zootec** 37(5):905-912. 2008.

SEJIAN, V.; SILPA, M. V.; RESHMA NAIR, M. R.; DEVARAJ, C.; KRISHNAN, G.; BAGATH, M.; CHAUHAN, S. S.; SUGANTHI, R. U.; FONSECA, V. F. C.; KÖNIG, S.; GAUGHAN, J. B.; DUNSHEA, F. R.; BHATTA, R. Heat stress and goat welfare: adaptation and production considerations. **Animals**, v. 11, n. 4, p. 1021, 2021. DOI: 10.3390/ani11041021.

SERAFIM, R. S.; ANTONELLI, A.; SANTOS, M. A. T. Determinação da matéria seca e proteína bruta pelo método convencional e microondas. **Zootecnia Animal Science**, 1(1139–43). 2017.

SIMÕES, J.; RIVERA, T.; GONZÁLEZ, F.; SIMÕES, A.; ALMEIDA, A. M. Managing sheep and goats for sustainable high yield production. **Animals**, v. 15, p. 100293, 2021. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100293.

SILVA, L. S. Óleo de soja como suplementação lipídica para ruminantes leiteiros e precursor de fator de antiobesidade no leite - Revisão. **Science and Animal Health** 8(2), 158-175. 2021.

SOUZA, S. V. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 29, p. 1–12. 2022.

VARGAS, J. E.; LLAMAS, A.; GIRON, A.; IBARRA, R.; HERRERA-SANTOS, M.; SUÁREZ, M.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, J. L.; BARRIOS, H.; BENITO, M. J.; CABELLO, A. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from

anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1613, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-58536-0.

XU, Q.; FU, Y.; LI, P.; TANG, Y.; HU, L.; LIU, Y.; SUN, X. Gut microbiota and their role in health and metabolic disease of dairy cow. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, p. 701511, 2021. DOI: 10.3389/fnut.2021.701511.

WAGNER, J. J.; ENGLE, T. E. Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality. **Applied Animal Science**, v. 37, n. 4, p. 418-435, 2021.

CAPÍTULO 3 – QUALIDADE DA CARNE E RENDIMENTO DE CARÇAÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS UTILIZANDO ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA.

RESUMO

A criação de ovinos em países em desenvolvimento tem se expandido como uma forma de atender à demanda crescente por produtos de carne, impulsionada por um aumento na população. Para intensificar a produtividade e qualidade, estratégias como o cruzamento entre raças e melhorias na nutrição animal são implementadas. O estudo focou em examinar os efeitos da suplementação com diferentes tipos de óleos vegetais (girassol, coco e colza) na produção e qualidade da carne de ovinos, destacando-se no cruzamento entre as raças Santa Inês e Dorper, conhecidas por suas qualidades produtivas e adaptabilidade. No contexto da nutrição, a escolha de óleos na dieta dos ovinos é de particular interesse devido ao seu potencial para influenciar a qualidade da carne e o desempenho geral dos animais. Óleos como o de girassol e de colza, ricos em ácidos graxos insaturados, e o óleo de coco, com alta concentração de ácidos graxos saturados, são considerados para testar suas influências metabólicas e nutricionais no ruminante. A pesquisa buscou avaliar se essas suplementações poderiam levar a melhorias na composição tecidual das carcaças e na qualidade sensorial da carne de 32 cordeiros meio sangue Dorper x Santa Inês. Os animais foram submetidos a uma dieta balanceada, com os óleos sendo parte integrante para estudar seus efeitos sobre o metabolismo ruminal e o rendimento das carcaças. Foram analisados aspectos como ganho de peso, eficiência alimentar e qualidade da carne. Os resultados apontaram para uma complexidade nas respostas dos animais às diferentes dietas, com variações nos rendimentos das carcaças e na qualidade da carne entre os grupos. O uso de óleos de girassol e colza, em particular, mostrou impactos positivos em certos parâmetros de qualidade da carne, como maciez e perfil lipídico. No entanto, a resposta não foi uniforme, indicando que outros fatores, como genética e condições ambientais, também desempenham um papel crucial na determinação da qualidade final da carne. A análise estatística dos dados coletados forneceu insights sobre as relações entre a nutrição e as características produtivas e qualitativas dos ovinos. Observou-se que a suplementação de óleo pode afetar positivamente alguns aspectos da produção de carne, mas a escolha do tipo de óleo e sua integração na dieta devem ser consideradas cuidadosamente, levando em conta tanto os objetivos de produção quanto as características específicas dos animais. Em conclusão, o estudo destacou a potencialidade da suplementação de óleo vegetal em dietas de ovinos para melhorar a qualidade da carne, com a escolha do tipo de óleo tendo implicações significativas para a produção e o perfil nutricional da carne. As descobertas reforçam a necessidade de uma abordagem holística na gestão nutricional na ovinocultura, onde a seleção de ingredientes dietéticos é estrategicamente alinhada com as metas de produção e as demandas do mercado.

Palavras – chave: alimentação; coprodutos; ovinos; suplementação;

CHAPTER 3 – MEAT QUALITY AND CARCASS YIELD OF LAMBS FED USING VEGETABLE OILS IN THE DIET.

ABSTRACT

Sheep farming in developing countries has expanded as a way to meet growing demand for meat products, driven by an increase in population. To intensify productivity and quality, strategies such as crossbreeding and improvements in animal nutrition are implemented. The study focused on examining the effects of supplementation with different types of vegetable oils (sunflower, coconut and rapeseed) on the production and quality of sheep meat, highlighting the cross between the Santa Inês and Dorper breeds, known for their productive qualities and adaptability. In the context of nutrition, the choice of oils in the sheep diet is of particular interest due to their potential to influence meat quality and the animals' overall performance. Oils such as sunflower and rapeseed, rich in unsaturated fatty acids, and coconut oil, with a high concentration of saturated fatty acids, are considered to test their metabolic and nutritional influences on ruminants. The research sought to evaluate whether these supplements could lead to improvements in the tissue composition of the carcasses and the sensorial quality of the meat of 32 half-blood Dorper x Santa Inês lambs. The animals were fed a balanced diet, with oils being an integral part of studying their effects on rumen metabolism and carcass yield. Aspects such as weight gain, feed efficiency and meat quality were analyzed. The results pointed to a complexity in the animals' responses to different diets, with variations in carcass yields and meat quality between groups. The use of sunflower and rapeseed oils, in particular, has shown positive impacts on certain meat quality parameters such as tenderness and lipid profile. However, the response was not uniform, indicating that other factors, such as genetics and environmental conditions, also play a crucial role in determining the final quality of the meat. Statistical analysis of the collected data provided insights into the relationships between nutrition and the productive and qualitative characteristics of sheep. It has been observed that oil supplementation can positively affect some aspects of meat production, but the choice of oil type and its integration into the diet must be carefully considered, taking into account both production objectives and the specific characteristics of the animals. In conclusion, the study highlighted the potential of vegetable oil supplementation in sheep diets to improve meat quality, with the choice of oil type having significant implications for the production and nutritional profile of the meat. The findings reinforce the need for a holistic approach to nutritional management in sheep farming, where the selection of dietary ingredients is strategically aligned with production goals and market demands.

Keywords: food; co-products; sheep; supplementation.

1. INTRODUÇÃO

Nos países em desenvolvimento a criação de ovinos está bastante difundida e por terem maior perspectiva de crescimento populacional é interessante a intensificação da produção animal visando uma maior produtividade (CORAZZIN *et al.*, 2019). Uma alternativa para intensificar a produção de ovinos de corte é o cruzamento entre raças, usando genótipos para maior aptidão na produção de carne, como no caso do cruzamento das raças Santa Inês e Dorper, em que podem ser observadas melhorias gradativas de algumas características que favorecem melhor proporção de músculo e gordura, maior carcaça e conseqüentemente melhor carne sensorial para o mercado (CARTAXO *et al.*, 2017). Assim como pesquisas em nutrição animal, que são de grande importância para obter informações sobre o uso de alimentos na dieta e relacionar com o desempenho do animal (CANESIN *et al.*, 2012).

Sabe-se que mudanças nas propriedades da dieta podem interferir no metabolismo ruminal, sendo a suplementação de lipídios um dos manejos nutricionais adotados para aumentar a densidade energética da dieta, como também, a composição da carne ou leite. A fonte e composição desses lipídios, como o nível de insaturação, são relevantes na ação desejada a se ter na fermentação ruminal, pois interferem significativamente na microbiota e na digestibilidade dos alimentos (MAIA *et al.*, 2012).

Algumas opções de óleos que podem ser utilizados na alimentação de ovinos são o de Girassol (*Helianthus annuus L.*), de coco (*Cocos nucifera L.*) e de canola (*Brassica napus*). Levando em consideração que a composição dos óleos pode ser afetada por fatores ambientais, como temperatura, o óleo de girassol e de colza possuem ácidos graxos insaturados em maior quantidade, sendo o oléico e linoléico os mais relevantes (CORREIA *et al.*, 2014; MILTKO *et al.*, 2019). Já o óleo de coco é rico em ácidos graxos saturados, com láurico e mirístico em maior percentual (CORREIA *et al.*, 2014). Resultados na literatura sobre os benefícios destes óleos são conflitantes, sendo necessários mais estudos na área.

Com a finalidade de acrescentar mais dados no âmbito da pesquisa de uso de óleos na alimentação de ruminantes, com este estudo, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleo de coco, óleo de girassol e óleo de colza sobre o rendimento de carcaças e características de qualidade da carne de cordeiros em fase de terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade de Brasília (UnB).

O experimento foi conduzido no Centro de Manejo de Ovinos – CMO, pertencente à Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília – UnB. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e no Centro Pesquisa de Alimentos (CPA) ambos da Universidade Federal de Goiás – UFG e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Universidade de Brasília-UnB.

As rações foram compostas por 50% de volumoso e 50% concentrados, sendo que o volumoso foi a base de cana hidrolisada (cal hidratada 1,5%) e o concentrado a base de farelo de soja e milho. A dieta foi formulada de acordo com as exigências prescritas pelo NRC (2007) (Tabela 1), para ganho de peso na fase de terminação da ordem de 300 gramas por dia.

Foram utilizados 32 cordeiros 1/2 Dorper x 1/2 Santa Inês, com peso médio de $18 \pm$ kg. Os animais foram alojados individualmente em baias cobertas, com dimensão de $1,5\text{m}^2$, providas de comedouros, bebedouros, onde permaneceram durante todo o período experimental. O período experimental teve duração de 75 dias, sendo os primeiros 15 dias para adaptação às dietas e os 60 últimos dias para coleta dos dados.

As dietas foram fornecidas pela manhã e tarde, ajustando as sobras para no máximo 10% do dia anterior. Os cálculos de consumo foram realizados diariamente pela diferença entre o ofertado e as sobras.

Os cordeiros foram abatidos ao final do experimento no frigorífico Nippobras localizado em Formosa-GO, devidamente fiscalizado e certificado pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F), órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, seguindo assim as normas de abate humanitário, iniciado com atordoamento feito por insensibilização elétrica, seguido por sangria mediante secção das jugulares e carótidas e logo após evisceração.

Após jejum obrigatório pré-abate de 16 horas, com pesagem antes e após o jejum para obtenção, respectivamente, do peso vivo final e do peso em jejum, conforme normas de abate humanitário, os animais foram insensibilizados com choque elétrico de 220 volts por dois períodos de 15 segundos, imediatamente antes de serem abatidos através da secção das jugulares e carótidas, seguida de sangria, esfola e retirada dos órgãos.

A carcaça foi obtida após separação dos membros anteriores, na articulação carpo metacarpiana e dos posteriores, no tarso metatarsiana, obtendo-se o peso da carcaça quente (PCQ). Após uma hora da realização do abate, as carcaças foram colocadas em câmara fria a 5°C e mantidas por 24 horas, obtendo-se o peso de carcaça fria (PCF). Foram determinados o

rendimento de carcaça fria ($RCF\% = PCF \times 100 / PJ$), a perda de peso por resfriamento ($PPR\% = (PCQ - PCF) / (PCQ \times 100)$) e o rendimento verdadeiro ($RV\% = PCQ \times 100 / PCV$).

Após este período de resfriamento, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente e mensurados o pH entre a 12ª a 13ª costela, às 24 h *post-mortem* (pH24) utilizando um medidor de pH portátil calibrado, posteriormente a meia carcaça foi dividida em cinco cortes comerciais a partir da metodologia descrita por Pereira Filho *et. al.*, (2008).

- 1. Perna: abrange a região do ílio, ísquio, púbis, vértebras sacrais, as duas primeiras vértebras coccígeas, fêmur, tíbia e tarso.

- 2. lombo: toda a região das vértebras lombares;

- 3. costelas: incluem o esterno e todas as costelas e vértebras torácicas;

- 4. paleta: região que compreende a escápula, úmero, rádio, ulna e carpo;

- 5. pescoço: região correspondente às sete vértebras cervicais;

A perna esquerda de cada animal foi congelada a -20°C e posteriormente para dissecação e determinação da composição tecidual (osso, músculo e gordura), com resultados expressos em relação à participação percentual ao peso da perna (%). Na dissecação das pernas, foi utilizada a metodologia descrita por YÁÑEZ *et al.*, 2006. Os diversos tecidos foram pesados separadamente e o peso da perna reconstituído, sendo este peso da perna corrigido e utilizado para os cálculos correspondentes, pois durante a manipulação dela há perda de umidade, que modifica o peso dos tecidos.

Em seguida, a carcaça foi seccionada ao meio e, na meia carcaça esquerda, foi efetuado um corte transversal, à altura da 12ª a 13ª costelas, para mensuração do perímetro do músculo *Longissimus dorsi*, que foi feito utilizando-se de folhas de transparências. Com um paquímetro, foi determinada a área do referido músculo, denominada área do olho de lombo (AOL). Ainda, no *Longissimus dorsi*, foi mensurada a espessura de gordura de cobertura.

Ainda na secção entre a 12ª e a 13ª costela foi retirado um bife do *Longissimus dorsi* para determinação do perfil de ácidos graxos. As análises de ácidos graxos e ácido linoleico conjugado (CLA) na carne foram feitas por transesterificação dos ácidos graxos seguindo a metodologia descrita por French *et. al.*, (2000).

As amostras foram embaladas em sacos de polietileno, mantidos resfriados e transportados para o laboratório do Centro de Pesquisa em Alimentos - CPA (UFG). Na carne dos ovinos foi avaliado: a cor, por intermédio do emprego de padrões fotográficos como o Beef Color Pictorial Beef Color Standards (KSU, s/data); a capacidade de retenção de água, segundo Honikel & Hamm (1994); e a maciez ou resistência ao cisalhamento em célula de Warner-Bratzler, segundo metodologia descrita por Chrystall (1994).

Os dados das variáveis acima foram analisados utilizando o *software* estatístico R (R core team, 2019), sendo os resultados submetidos à análise de variância. A significância foi definida como $p < 0,05$ e tendência $0,05 \leq p \leq 0,10$, utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = variável observada na unidade experimental que recebeu o tratamento i , bloco j ;

μ = efeito geral da média;

b_j = efeito da covariável peso inicial j ;

t_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório (resíduo).

3. RESULTADOS

Na Figura 3 encontram-se os resultados da contribuição de cada componente para variáveis de qualidade de carne e rendimento de carcaça.

Verificou-se que o primeiro e o segundo componentes explicaram conjuntamente 75,64% da variação total dos dados. O primeiro componente explicou 47,21% da variação, com correlações negativas e altas com as variáveis PI, PF, GP, PCQ, PCF, Mcarc, Pesc, Palet, Cost, Perna, CostR, AltAOL, AOLcalc e Umidade. As variáveis Pcocao e Lipídios apresentaram correlações altas e positivas com o primeiro componente principal, sendo as que também mais contribuíram com este componente (Figura 1). O segundo componente principal explicou 28,40%, com correlações altas e positivas com RCQ, RCF, Rpesc, Rpalet, EGS, a e b e correlações altas e negativas com ComAOL, Sforce e Proteínas. Estas variáveis e CostR, L, Pdesc, AOLq, AltAOL, pH24, pH24 e Rperna apresentaram maiores contribuições com o segundo componente (Figura 4).

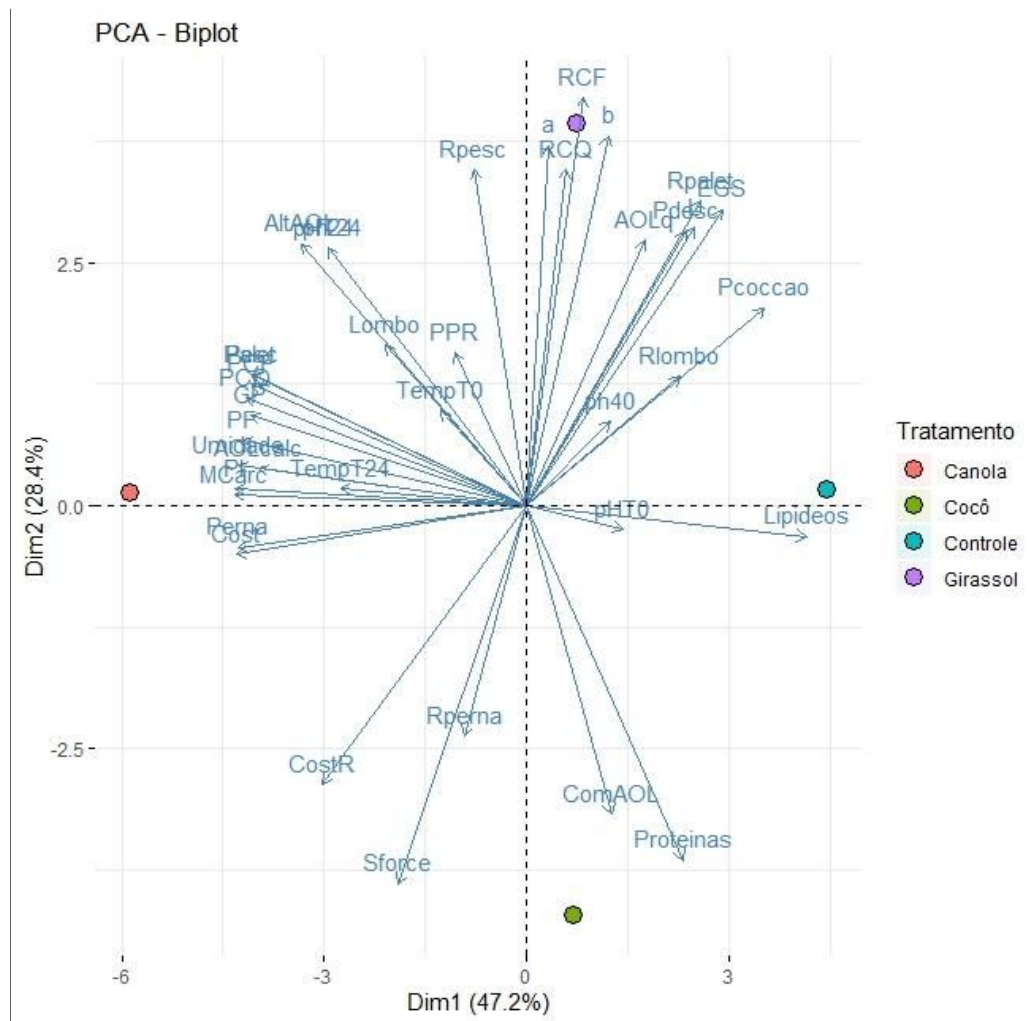


FIGURA 3 – Gráfico de dispersão bidimensional de PCA com os valores médios dos escores de cada tratamento e as variáveis.

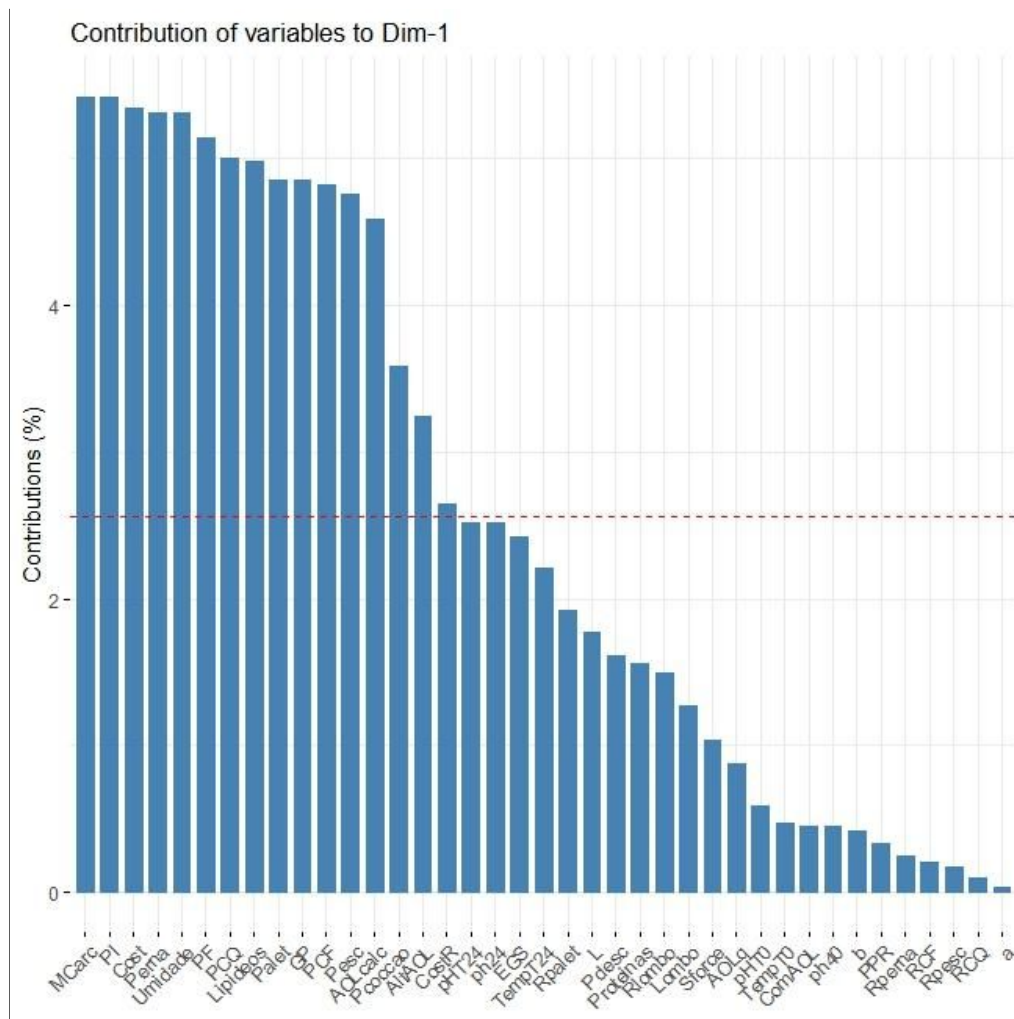


FIGURA 4 – Contribuição das variáveis com o primeiro componente.

Na Figura 5 são apresentados os resultados da análise de componentes principais por meio da dispersão bidimensional do primeiro componente na horizontal e o segundo componente na vertical.

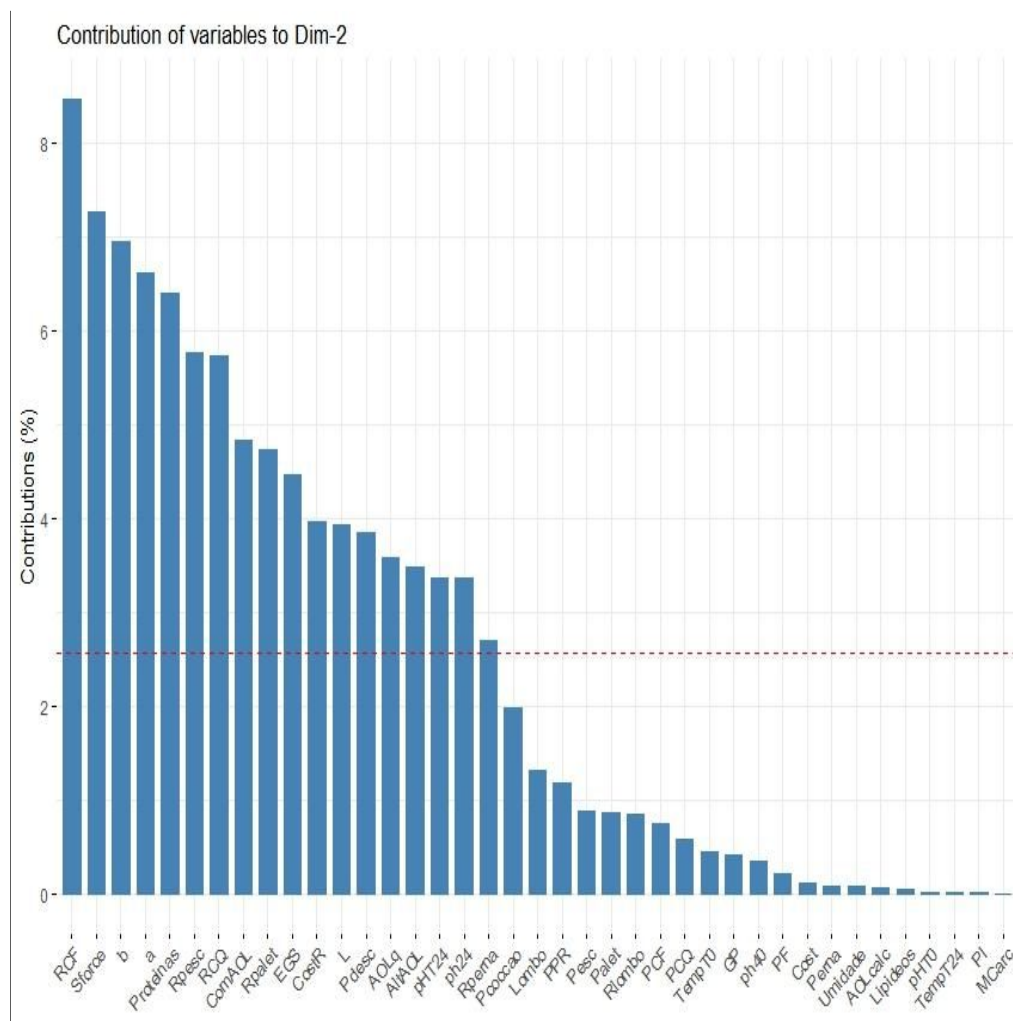


FIGURA 5 – Contribuição das variáveis com o segundo componente.

As variáveis que estão correlacionadas com os componentes apresentam maior deslocamento dos eixos, sendo possível discriminar os tratamentos. O tratamento controle foi contrastante com o canola para as variáveis que correlacionaram como primeiro componente, sendo os tratamentos girassol e coco intermediários. No segundo componente, verificou-se que os resultados foram o inverso dos observados com o primeiro componente, sendo observado que os tratamentos girassol e coco foram contrastantes, canola e controle intermediários.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 encontram-se os resultados de rendimento de carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas testes.

TABELA 1 – Peso carcaça quente (PCQ/kg), Peso carcaça fria (PCF/kg), Rendimento de carcaça quente (RCQ/%), Rendimento de carcaça fria (RCF/%), Perda de peso por resfriamento (PPR/%); Pescoço (Pesc/kg); Paleta (Palet/kg); Costela (Cost/kg) e lombo de cordeiros alimentados com dietas conteúdo óleo de girassol, coco e canola.

Tratamento	PCQ	PCF	RCQ	RCF	PPR	MCarc	Pesc.	Palet	Cost	Lombo
Controle	16,85 b	16,51 b	16,51 b	46,01	1,97	8,45	0,65	21.12	2,82	0.84
Canola	18,25 a	17,88 a	17,85 a	45,44	1,99	9,09	0,72	23.19	3,11	0.91
Girassol	17,85 a	17,65 a	17,65 a	46,13	1,82	8,69	0,71	21.62	2,88	0.90
Coco	17,21 b	16,92 b	16,92 b	45,19	1,72	8,68	0,67	21.81	2,94	0.94
CV(%)	4.87	5.28	2.74	2.67	19.89	5.72	17.1	8.7	12.42	18.01
covariável	Sim	Sim	sim	Sim	Não	sim	sim	sim	sim	Sim

Peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF), perda de peso por resfriamento (PPR), e pesos das partes do corpo do cordeiro (pescoço, paleta, costela e lombo) alimentados com dietas suplementadas com óleos de girassol, coco e canola. As unidades de medida são expressas em quilogramas (kg) para os pesos e percentuais (%) para os rendimentos e perdas de peso.

Verificou-se que apenas as variáveis PCQ, PCF E RCQ apresentaram efeito de tratamento, com maior valor para canola e girassol, que não diferiram entre si. Os tratamentos coco e controle também não diferiram entre si.

TABELA 2 – Perna; Rendimento de pescoço (Rpesc); Rendimento de paleta (Rpalet); Rendimento de costela (RCost); Rendimento de lombo (Rlombo); Rendimento de perna (RPerna); Rendimento de área de olho do lombo (AOLq) e Espessura de gordura subcutânea (EGS) de carne cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.

Tratamento	Perna	Rpesc	Rpalet	RCost	Rlombo	RPerna	AOLq	EGS	ComAOL
Controle	2,63	7,73	17,50	33,30	10,14	31,33	3,08	2,89	5,44
Canola	2,86	7,84	17,02	34,09	9,68	31,37	3,33	2,77	5,30
Girassol	2,66	7,76	17,38	32,95	10,90	30,66	3,10	2,95	5,11
Coco	2,71	8,10	16,85	33,80	10,46	31,13	3,30	2,80	5,37
CV(%)	9,25	2,06	9,71	9,48	17,28	7,25	13,03	12,07	10,17
Covariável	Sim	Não	não	não	Não	não	sim	não	Não

Para rendimento de carcaça não foi observada diferença estatística nas variáveis analisadas entre os tratamentos ($p > 0,05$).

TABELA 3 – Altura de área de olho de lombo (AltAOL); Área de olho de lombo calculado (AOLcalc), pH no tempo zero (pHT0) e tempo 24 (pHT24) de carne de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.

Tratamento	AltAOL	AOLcalc	pHT0	pHT24
Canola	3,30	3,62	6,85	5,86
Girassol	3,30	3,24	6,80	5,80
Coco	3,11	3,20	6,81	5,83
Controle	3,12	3,38	6,91	5,82
CV(%)	3,37	14	2,06	1,34
Covariável	Sim	Sim	Não	não

Com relação às variáveis de carcaça apresentadas na Tabela 3, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos.

TABELA 4 – Valores de pH 4 e 24 horas; Colorimetria, Umidade, Cocção, Force, Teores de proteína e lipídeos de carne de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, girassol e coco.

Tratamento	ph4	ph24	L	a	b	Umidade	Pesc.	Cocção	Force	Proteínas	Lipídeos
Controle	6,89	5,82	42,35c	11,69	7,07 a	73,47d	2,188a	31,96 a	2,05b	42,44b	0,161
Canola	6,85	5,86	40,88b	11,43	6,36 b	80,7 ^a	1,689b	10,03 c	2,24b	42,81b	0,113
Coco	6,81	5,8	41,76d	10,39	5,32 b	76,49b	1,448c	11,53 c	2,32a	44,71a	0,178
Girassol	6,83	5,84	43,91a	11,62	7,05 a	74,62c	1,577d	23,1 b	1,92c	40,25c	0,167
CV (%)	2,15	1,24	5,77	13,84	21,15	7,89	52,95	60,4	41,33	8,7	52,02
P valor	0,5213	0,6233	0,0221	0,6159	0,0130	0,0017	0,0012	0,0260	0,0221	0,0012	0,3955

Valores na mesma linha seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). L representa a luminosidade, a a intensidade de vermelho/verde, e b a intensidade de amarelo/azul

Verificou-se que os óleos de canola e coco não diferiram entre si para a variável b, sendo superior aos demais óleos que não diferiram entre si. Já a cocção, observou-se que o tratamento controle apresentou maior valor que os demais, e o de canola e de coco os menores ($p < 0,05$).

Os resultados das análises de pH, colorimetria e Perda de Líquido por Cocção - PPC das amostras de carne foram obtidas após 48 horas de resfriamento em câmara fria. A Força de Cisalhamento - FC foi realizada 24 horas após a análise de perda de líquido por cocção em que as amostras foram condicionadas também em câmara fria.

Analisando-se os valores de pH, tem-se que para os intervalos de 40 minutos e/ou 24 horas não houve diferença estatística, porém muito próximos, independente do tempo e do óleo inserido na dieta, em que após 24 horas, notou-se o grupo suplementado com óleo de canola com o valor superior aos demais ($5,86 \pm 0,03$).

No teste de maciez instrumental foi observada diferença estatística entre os tratamentos ($p=0,0221$), porém pouca diferença na força de cisalhamento entre os tratamentos, em que o máximo obtido foi de 2,32 kgf para o grupo suplementado com óleo de coco.

O teor de proteína, quando avaliado, apresentou diferença estatística significativa ($p=0,0012$), com o grupo suplementado com óleo de coco apresentando 22,36%. Esse valor pode ser interpretado em relação à Perda de Líquidos durante o Descongelamento (PLD), um parâmetro importante na avaliação da capacidade de retenção de água (CRA), que está diretamente relacionado à suculência e qualidade da carne. No entanto, na análise da CRA, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p=0,6159$). Contudo, observou-se que, dentre os óleos utilizados, o grupo suplementado com óleo de girassol teve a maior perda de líquidos (1,94%), o que também foi notado na análise de perda por cocção, que registrou 21,54% de perda. Resultados semelhantes foram observados por Pérez et al. (2018) e Jiang et al. (2020), que relataram aumento na perda de água em carnes suplementadas com óleos vegetais, como o de girassol, o que corrobora a influência desse óleo na redução da retenção de líquidos e na qualidade da carne.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados de metabólitos obtidos através de ressonância magnética da carne de cordeiros alimentados com óleos vegetais na dieta.

TABELA 5 – Quantificação de metabólitos por tratamentos dos cordeiros consumindo óleos vegetais na dieta (mg/100g).

	CONTROLE	CANOLA	COCO	GIRASSOL	P-valor
Niacinamida	0,12 ^a ± 0,01	0,12 ^a ± 0,03	0,10 ^c ± 0,005	0,11 ^b ± 0,01	0,6261
AMP	4,22 ^b ± 0,39	3,08 ^d ± 0,39	3,92 ^c ± 0,24	4,98 ^a ± 0,21	0,3697
Formato	0,05 ^b ± 0,01	0,12 ^a ± 0,03	0,03 ^c ± 0,01	0,05 ^b ± 0,02	0,0005
Inosina	2,79 ^b ± 0,18	3,04 ^a ± 0,82	2,70 ^b ± 0,08	2,66 ^c ± 0,29	0,9823
Hipoxantina	0,30 ^c ± 0,03	0,49 ^a ± 0,11	0,32 ^b ± 0,06	0,32 ^b ± 0,02	0,4567
Anserina	9,98 ^b ± 0,74	15,29 ^a ± 4,57	8,90 ^c ± 0,74	9,78 ^b ± 1,26	0,1723
IMP	0,12 ^c ± 0,04	0,73 ^a ± 0,07	0,03 ^c ± 0,003	0,30 ^b ± 0,17	0,3662
Lactato	11,18 ^b ± 0,85	12,74 ^a ± 3,27	10,28 ^c ± 0,58	11,03 ^c ± 1,26	0,3790
Creatina	7,58 ^b ± 0,52	9,59 ^a ± 2,03	7,30 ^c ± 0,26	7,55 ^b ± 0,72	0,0240
Glicina	0,30 ^b ± 0,02	0,71 ^a ± 0,40	0,24 ^c ± 0,03	0,24 ^c ± 0,03	0,8709

n-metil- hidantoína	0,02 ^b ± 0,001	0,84 ^a ± 0,08	0,01 ^c ± 0,004	0,02 ^b ± 0,005	0,0501
Acetato	0,35 ^c ± 0,07	0,53 ^a ± 0,17	0,31 ^c ± 0,10	0,40 ^b ± 0,08	0,0008
Alanina	1,30 ^b ± 0,11	1,37 ^a ± 0,27	1,13 ^c ± 0,07	1,16 ^c ± 0,07	0,1264
Propilenoglicol	0,21 ^b ± 0,06	1,13 ^a ± 0,08	0,07 ^c ± 0,14	0,24 ^b ± 0,07	0,0029
Valina	0,30 ^b ± 0,03	0,34 ^a ± 0,07	0,25 ^c ± 0,02	0,28 ^b ± 0,02	0,5436
Isoleucina	0,21 ^b ± 0,02	0,25 ^a ± 0,05	0,17 ^c ± 0,01	0,19 ^b ± 0,01	0,0982

Valores na mesma linha seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$).

Inicialmente, analisando os dados obtidos, observou-se que não houve diferença significativa entre o grupo controle e os grupos suplementados com óleo de canola, coco e girassol para: niacinamida, AMP, inosina, hipoxantina, anserina, IMP, lactato, glicina e alanina. O formato e a creatina apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) foram comparados aos grupos suplementados com óleo de canola, coco e girassol com o grupo controle.

Outros compostos também foram identificados como o acetato e o propilenoglicol. Para esses metabólitos notou-se também diferença estatística ($p < 0,05$) para ambos quando se compara o grupo ausente da suplementação (controle) com os demais. Observou-se diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$), em que o grupo suplementado com óleo de canola contribuiu para obtenção de maiores teores de propilenoglicol.

Na Tabela 6 estão listados os grupos identificados da fração lipídica das amostras de ovinos juntamente com as informações de deslocamento químico para hidrogênio atribuídos a partir das informações dos espectros de RMN de ¹H

TABELA 6 – Quantificação de lipídeos por grupos de cordeiros consumindo óleos vegetais na dieta (mg/100g).

	Grupo	controle	canola	coco	girassol	p-valor
1	-CH=CH-	2,83 ^c ± 0,18	3,58 ^b ± 0,25	3,11 ^c ± 0,38	4,65 ^a ± 0,25	0,0641
2	-CH-OCOR	0,36 ^c ± 0,04	0,37 ^b ± 0,02	0,37 ^b ± 0,01	0,43 ^a ± 0,03	0,5584
3	-CH ₂ -OCOR	0,72 ^b ± 0,07	0,73 ^b ± 0,04	0,72 ^b ± 0,02	0,82 ^a ± 0,05	0,4930
4	-CH=CH-CH ₂ - CH=CH-	1,07 ^a ± 0,10	0,88 ^c ± 0,03	0,99 ^b ± 0,08	1,07 ^a ± 0,12	0,0023
5	-OCO-CH ₂ -	10,41 ^c ± 0,90	10,60 ^b ± 0,55	10,41 ^c ± 0,33	11,76 ^a ± 0,64	0,5665
6	-CH=CH-CH ₂ -	1,36 ^c ± 0,16	2,26 ^b ± 0,26	1,79 ^c ± 0,30	3,17 ^a ± 0,35	0,0075
7	-(CH ₂) _n -	133,20 ^b ± 7,16	130,64 ^c ± 4,77	130,17 ^c ± 3,31	141,73 ^a ± 4,98	0,6807
8	-CH ₃	12,73 ^b ± 0,56	12,41 ^b ± 0,38	12,70 ^b ± 0,28	13,63 ^a ± 0,38	0,6568

Valores na mesma linha seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$).

4.DIUSSÃO

De acordo com a análise de componentes principais (PCA), foi possível compreender e explicar a variação e os inter-relacionamentos das variáveis e dos tratamentos por meio do primeiro e do segundo componente principal, que, em conjunto, explicaram 75,64% da variância total. A recomendação ideal para a variação dos dados é que essa explicação seja superior a 70%, conforme sugerido por Zwick & Velicer (1982). A PCA é uma técnica que ajuda a entender a estrutura de variância e covariância dos dados, utilizando combinações lineares das variáveis. Nessa análise, a matriz de covariância ou correlação é decomposta em autovalores e autovetores, onde o autovalor reflete a variância e o autovetor indica os coeficientes das variáveis nas combinações lineares. Cada componente principal possui um autovetor e um autovalor, sendo independentes e estimados para reter, de forma ordenada, o máximo de informação sobre a variação total dos dados. A análise gráfica dos componentes principais permitiu uma visão global e objetiva dos resultados.

O óleo de canola e de girassol são uma fonte concentrada de energia devido ao seu alto teor de gordura. A inclusão de óleo de canola e de girassol na dieta dos cordeiros aumenta a densidade energética da ração, permitindo que os animais consumam mais energia sem aumentar o volume total do alimento. Isso pode resultar em um maior ganho de peso, o que se traduz em uma carcaça mais pesada e com melhor rendimento (OLIVIER, 2024). A maior densidade energética proporcionada pelo óleo de canola e de girassol pode melhorar a eficiência alimentar, ou seja, a quantidade de alimento necessária para ganho de peso. Cordeiros alimentados com dietas ricas em energia tendem a converter os nutrientes de forma mais eficiente em massa corporal, resultando em um rendimento de carcaça mais elevado (ALHARTHI et al., 2021). Resultado confirmado nesta pesquisa, onde os animais que receberam a dieta com suplementação desses óleos apresentaram melhores resultados para ganhos de peso final e ganho de peso diário.

O óleo de canola e de girassol contém ácidos graxos benéficos, como o ácido oleico e o ácido linoleico. Esses ácidos graxos podem influenciar positivamente a composição de gordura da carcaça, resultando em uma melhor proporção entre músculo e gordura. Isso pode aumentar o valor comercial da carcaça devido à maior quantidade de carne magra (TURKYILMAZ et al., 2022). Dietas ricas em energia, como aquelas suplementadas com óleo de canola, podem reduzir o estresse metabólico nos cordeiros. Menos estresse metabólico pode resultar em melhor saúde geral e maior capacidade de ganho de peso, o que se reflete em um melhor rendimento de carcaça (PONNAMPALAM et al., 2024). Esse fato é confirmado neste experimento, onde

os animais que receberam dietas suplementadas com os óleos de girassol e canola apresentaram melhor resultados para variáveis de rendimento de carcaça.

Isso pode ser explicado também pelo fato que a inclusão de canola e de girassol pode alterar a microbiota ruminal, promovendo um ambiente mais favorável para a digestão e absorção de nutrientes. Alguns estudos sugerem que a suplementação com óleo de canola pode reduzir a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados no rúmen, permitindo uma maior absorção desses ácidos graxos benéficos, o que pode melhorar a deposição de gordura intramuscular e a qualidade da carne (IBRAHIM *et al.*, 2021).

Neste trabalho foi visto maior RCQ nos animais com óleo de canola e girassol. O que difere de WEBB *et al.*, (2022), que observaram o percentual de rendimento e carcaças menores, em cordeiros Mutton Merino com três meses de idade, suplementados com óleo de palma a 3%, em comparação ao grupo controle. Sendo que, eles encontraram 44% e no presente estudo foi encontrado 46% no tratamento com canola e girassol no rendimento de carcaça fria. Estes autores observaram maior proporção de músculo e menor percentual de gordura nas carcaças de cordeiros que receberam a dieta com óleo, mostrando melhor desempenho deste grupo, porém, foram numericamente pequenas.

Pode-se dizer que a composição do óleo utilizado pode interferir nos resultados, devido a possuir concentrações e composições distintas de ácidos graxos, que está intrinsecamente ligado aos efeitos no organismo do ruminante. Deve-se também levar em consideração que devido ao processo de biohidrogenação que ocorre com os ácidos graxos insaturados no rúmen, há diferença na composição de ácidos graxos ingeridos na dieta e os que foram absorvidos pelo animal (DOREAU *et al.*, 2010).

É possível observar a interferência da composição do óleo utilizado nos resultados encontrados no presente trabalho, como RAMOS *et al.*, (2021), destaca que cordeiros alimentados com óleo de girassol apresentaram melhores qualidades no que se refere as qualidades físico-químico da carne, isso devido a fatores antioxidante e efeitos na fermentação ruminal.

Os diferentes tratamentos não resultaram em diferenças estatísticas nas variáveis como pH, proteínas, lipídeos, AOL e EGS, concordando com dados encontrados nos trabalhos de RODRIGUES FILHO *et al.*, (2013) e CHÁVARI *et al.*, (2021).

Foram observados efeitos mínimos ou benéficos no uso dos óleos utilizados, podendo destacar que é possível pensar neles como alternativas na dieta de ovinos, como foi relatado por VAN CLEEF *et al.*, (2016), em seu trabalho com ovinos suplementados com óleo de soja e gordura amarela a 6%. Na nutrição animal o uso de subprodutos ou produtos alternativos mais

acessíveis aos produtores são de extrema importância para baixar o custo de produção e manter a produtividade dos animais.

Comparativamente SIMITZIS *et al.* (2008), constatou valores elevados de pH (24hr) com a suplementação com óleo de orégano, concluiu que esses valores estariam relacionados à melhor utilização da energia da dieta e/ou reação diferenciada ao estresse do abate provocada pela inserção deste óleo na dieta desses animais.

A inclusão de óleos vegetais na nutrição de ovinos pode ser vista como uma importante estratégia na melhora da qualidade da carne e a quantidade de gordura intramuscular com perfis de ácidos graxos mais saudáveis (ácido oleico, ácido linoleico, e ácido icosapentaenóico), contribuindo para a qualidade da carcaça, como observado por PRACHE *et al.*, (2022). Isso foi observado quando na inclusão do óleo de canola na dieta dos ovinos frente aos demais.

A luminosidade na notação "L b a" refere-se a um sistema de coordenadas de cores conhecido como sistema CIELAB (ou CIELab*). Essas coordenadas permitem uma descrição objetiva e quantitativa das propriedades de cor, útil em diversas áreas como design, indústria alimentícia, análise de qualidade de produtos, entre outras aplicações. A "luminosidade b" na carne, pode estar se referindo ao componente de luminosidade (L) ou, de forma menos comum, a uma combinação específica de coordenadas dentro do sistema CIELAB que descreve a cor da carne, geralmente em estudos de qualidade ou análise sensorial (GIUSTI *et al.*, 2024). Uma carne com maior luminosidade "b" pode apresentar uma tonalidade mais amarelada. Isso pode afetar a percepção visual da carne, tornando-a mais ou menos atrativa dependendo das preferências individuais e culturais. É um aspecto quantitativo da cor que pode afetar a percepção visual e a aceitação pelo consumidor, além de fornecer informações sobre características como frescor e processamento (MUNIZ *et al.*, 2023). Os óleos de coco e canola nas dietas dos cordeiros, proporcionaram menor tonalidade na cor b, o que proporciona uma cor menos amarelada, característica apreciada pelo consumidor de carnes vermelhas.

A umidade na carne desempenha um papel crucial em vários aspectos, tanto na produção quanto no consumo. A umidade influencia diretamente na textura e suculência da carne. Carne mais úmida tende a ser mais macia e suculenta ao ser consumida, o que é altamente valorizado pelos consumidores em termos de sabor e experiência gastronômica. A umidade ajuda a reter os sabores naturais da carne (ZHANG *et al.*, 2020). Quando a carne está mais úmida, os sucos naturais e os componentes voláteis que contribuem para o sabor não são perdidos durante o cozimento ou processamento, proporcionando uma experiência gustativa mais rica e satisfatória. Em processos industriais, a umidade adequada na carne facilita operações como o processamento, embalagem e armazenamento. Carne com níveis de umidade controlados é mais

fácil de manusear, embalar e transportar sem comprometer sua qualidade (BULGARU et al., 2022). A umidade na carne também está ligada à segurança alimentar. Carne adequadamente umedecida pode ser menos propensa a contaminantes e menos suscetível ao crescimento de microrganismos patogênicos, desde que seja armazenada e manipulada corretamente. A umidade na carne pode afetar seu valor nutricional, especialmente em termos de conteúdo de proteínas e gorduras. Uma carne mais úmida pode conter uma proporção mais equilibrada desses nutrientes essenciais, contribuindo para uma dieta saudável e equilibrada (NETHRA et al., 2023). Os óleos suplementados nas dietas para os cordeiros, proporcionaram uma maior umidade para as carnes em comparação com a dieta controle, especialmente os animais que receberam o tratamento com canola, o que pode proporcionar uma maior suculência na carne.

A retenção de água refere-se à capacidade da carne de reter seus próprios sucos naturais durante o processo de cocção e manipulação. Uma boa retenção de água está associada a uma carne mais suculenta, macia e saborosa. Isso influencia diretamente na experiência sensorial do consumidor. Perda por cocção avalia a quantidade de peso perdido durante o processo de cocção. Uma perda menor indica uma melhor retenção de água (WARNER, 2023). A carne dos animais que receberam a dieta controle apresentaram melhor retenção de água comparada com os demais tratamentos.

A força de cisalhamento na carne é uma medida da sua textura e maciez, influenciada por diversos fatores relacionados à composição muscular. A força de cisalhamento é a resistência que a carne oferece quando é submetida a uma força de corte perpendicular às fibras musculares. É uma medida direta da textura e maciez da carne. A textura da carne, determinada pela força de cisalhamento, é um dos principais atributos sensoriais avaliados pelos consumidores. Carne macia é geralmente mais valorizada, pois é mais agradável de comer e está associada a uma melhor qualidade (SCHREUDERS et al., 2021). Warner-Bratzler Shear Force é o método padrão para medir a força de cisalhamento na carne. Consiste em cortar uma amostra de carne cozida em um dispositivo específico e medir a força necessária para cortá-la. Para essa variável o tratamento os melhores tratamentos foram do óleo de canola e de coco, pois eles apresentaram menor força de cisalhamento em comparação com a dieta controle e o óleo de girassol.

BHATT *et. al.* (2011) apontam que a utilização de óleo de coco de até 50g/kg na dieta desses animais resulta em uma menor eficiência de conversão alimentar, diminuindo a quantidade de protozoários no rúmen comprometendo a digestibilidade da fibra podendo inferir diretamente na maciez da carne. Apesar disso, os valores obtidos encontram-se dentro dos apresentados em estudos que envolvem a aceitação da carne de ovinos pelo consumidor, haja

visto que a carne de ovinos deve ter força de cisalhamento menor ou igual à 2,7 kgf (BRATT *et al.*, 2011; HU *et al.*, 2021).

A proteína é essencial para a saúde humana, sendo um macronutriente crucial para a construção e reparo de tecidos, formação de enzimas, hormônios e componentes do sistema imunológico. A carne, sendo uma fonte completa de proteína de alta qualidade, fornece todos os aminoácidos essenciais necessários para o organismo (YU *et al.*, 2020). Os maiores teores de proteína foram encontrados nas carnes de cordeiros alimentados dietas suplementadas com óleo de coco comparado com os demais tratamentos.

O propilenoglicol, está relacionado à eficiência e ao aproveitamento de nutrientes e proteínas no animal, ao qual KIM *et al.* (2018), relatam que a presença de propilenoglicol aumenta a concentração de propionato no rúmen, de forma indireta, mediante a formação de lactato. O propilenoglicol pode ser adicionado à carne para ajudar a manter sua umidade e textura, atuando como um umectante. Isso pode ser especialmente útil em produtos cárneos processados, como salsichas e produtos defumados, onde a retenção de umidade é importante para a qualidade do produto. A carne dos cordeiros alimentados com as dietas com óleo de canola apresentou mais teores de propilenoglicol comparado com os demais tratamentos, o que explicaria a maior retenção de água nas carnes desse tratamento.

A niacinamida, também conhecida como vitamina B3 ou nicotinamida, é um nutriente essencial encontrado em vários alimentos, incluindo carnes. A niacinamida está presente naturalmente na carne, especialmente em carnes magras como frango, peru e carne bovina (CORNELL *et al.*, 2021). As maiores quantidade de niacinamida foram encontradas nas carnes do tratamento controle e canola, se comparados com os tratamentos com óleo de girassol e canola.

A inosina é um composto natural encontrado na carne e é significativo por várias razões relacionadas à qualidade e ao sabor. A inosina é um nucleosídeo que surge como resultado da degradação do ATP (Adenosina Trifosfato) durante o processo de maturação da carne. À medida que a carne envelhece, o ATP é quebrado em ADP (Adenosina Difosfato), AMP (Adenosina Monofosfato) e finalmente inosina (HUANG *et al.*, 2022). A inosina é conhecida por contribuir significativamente para o sabor umami da carne. O umami é um dos cinco sabores básicos, sendo descrito como um sabor "saboroso" ou "delicioso" e é especialmente pronunciado em carnes bem maturadas. A quantidade de inosina na carne pode ser um indicador de sua qualidade e maturação. Carne mais maturada tende a ter níveis mais altos de inosina, o que está correlacionado com uma melhor textura e sabor (HOSSAIN *et al.*, 2024). A carne do

tratamento com óleo de canola, apresentou maior teor numérico de inosina, comparado com os demais tratamentos o que pode ter proporcionado maior sabor a carne desse tratamento.

A hipoxantina é um composto que pode ser encontrado na carne, especialmente durante o processo de maturação e armazenamento. hipoxantina é um composto nitrogenado que surge como resultado da degradação da adenosina monofosfato (AMP) e da inosina durante a maturação da carne. É um precursor da uricemia. A presença de hipoxantina pode ser um indicador da qualidade e maturação da carne. Carne bem maturada tende a ter níveis mais elevados de hipoxantina, o que está associado a um sabor mais desenvolvido e a uma textura mais macia. Assim como a inosina, a hipoxantina pode contribuir para o sabor umami da carne (KUZNETSOV et al., 2023). Resultado da pesquisa mostra que os óleos adicionados nas dietas para cordeiros apresentam maiores valores de hipoxantina comparados com o controle, sendo que as carnes do tratamento com o óleo de canola apresentaram maiores concentrações desse composto o que poderia trazer maior maciez e sabor a carne de cordeiro.

A anserina é um dipeptídeo composto por beta-alanina e histidina. É encontrada principalmente em carnes vermelhas e em aves, sendo um dos compostos que contribuem para o sabor e a qualidade sensorial desses alimentos. A anserina possui atividade antioxidante, o que significa que pode ajudar a neutralizar os radicais livres e reduzir o estresse oxidativo no corpo humano. Isso pode ser benéfico para a saúde geral e para a prevenção de doenças relacionadas ao envelhecimento e ao estresse oxidativo. A presença de anserina na carne pode afetar seu sabor e aroma, contribuindo para a complexidade do perfil sensorial. Carne mais maturada e de melhor qualidade pode ter níveis mais elevados de anserina (JAIRATH et al., 2024). O óleo de canola nas dietas de cordeiros, apresentou na carne maiores teores de anserina em comparação com os demais tratamentos.

O IMP é formado a partir da degradação do ATP (Adenosina Trifosfato) durante o processo de maturação da carne. À medida que a carne envelhece, o ATP é quebrado em ADP (Adenosina Difosfato), AMP (Adenosina Monofosfato) e finalmente em IMP. O IMP é conhecido por contribuir significativamente para o sabor umami da carne. O umami é um dos cinco sabores básicos, descrito como um sabor "saboroso" ou "delicioso". O IMP é especialmente importante para intensificar esse sabor na carne. A quantidade de IMP na carne pode ser um indicador da qualidade e maturação dela. Carne mais maturada tende a ter níveis mais elevados de IMP, o que está correlacionado com um sabor mais desenvolvido e uma textura mais macia.

O lactato pode afetar a qualidade da carne, especialmente em relação à sua maciez e palatabilidade. Níveis mais altos de lactato podem estar associados a uma carne mais macia

devido à sua capacidade de acidificar o tecido muscular, o que pode ajudar a quebrar fibras musculares e amaciar a carne durante o processo de maturação.

A carne é uma fonte importante de creatina na dieta humana. Carne vermelha, como carne bovina e suína, contém quantidades significativas de creatina, enquanto aves e peixes também possuem, mas em níveis menores. A quantidade de creatina na carne pode variar dependendo da espécie, do corte da carne e do método de cozimento.

A N-metil-hidantoína acetato (NMH) é um composto que pode estar presente na carne como resultado da degradação de proteínas durante o armazenamento. Este composto pode ser formado quando ocorre a degradação oxidativa de aminoácidos como a metionina e a cisteína na carne. A presença de NMH na carne pode ser um indicador de qualidade, pois sua formação está associada a processos de degradação que ocorrem ao longo do tempo, especialmente quando a carne não é adequadamente armazenada, refrigerada ou embalada. A NMH pode contribuir para o desenvolvimento de sabores e aromas indesejáveis na carne quando presente em quantidades elevadas, podendo afetar negativamente a qualidade sensorial do produto. Portanto, seu controle e monitoramento são importantes na indústria de alimentos para garantir a qualidade e segurança dos produtos cárneos destinados ao consumo humano.

Nesse sentido quando se observa o grupo suplementado com óleo de canola, a concentração de formato e creatina apresentam as maiores diferenças estatísticas frente aos demais, e segundo os estudos de KARAMI *et al.* (2013), com caprinos submetidos à dieta contendo óleo de canola, esse fator está relacionado à melhora na qualidade da carne, tornando-a um produto mais saudável, aumentando significativamente a concentração de ácidos graxos, ômega-3, provavelmente devido aos altos teores de ácido α -linolênico, reduzindo as substâncias oxidativas lipídicas no sangue e no músculo da carne, além de padronizar a quantidade de gordura intramuscular na carne de cordeiro.

O acetato foi identificado em maior concentração para o grupo suplementado com óleo de canola, sendo assim a presença deste óleo pode auxiliar no controle das infecções bacterianas conforme estudos de AHMED *et al.* (2015), em que avaliaram diferentes concentrações de acetato em produtos cárneos e concluiu que o acetato pode atuar como antimicrobiano, em especial no controle da listeriose, infecção causada pela bactéria gram-positiva *Listeria monocytogenes*, no consumo de alimentos contaminados (SCOBIE *et al.*, 2019).

O grupo funcional $-\text{CH}=\text{CH}-$ refere-se à presença de uma ligação dupla conjugada, também conhecida como ligação dupla conjugada, na estrutura química. Especificamente na carne, esse grupo funcional pode estar relacionado aos ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico (ácido graxo ômega-9) ou outros ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoleico

(ômega-6) e o ácido alfa-linolênico (ômega-3), que são componentes importantes da composição lipídica da carne.

O grupo funcional -CH-OCOR na carne se refere a ésteres de ácidos graxos, que são compostos formados pela ligação entre um ácido graxo e um grupo alcoólico através de uma ligação éster (-COO-). Os ésteres de ácidos graxos são uma fonte concentrada de energia na dieta, proporcionando calorias essenciais para o metabolismo energético. Os ésteres de ácidos graxos contribuem para a palatabilidade e sabor da carne, influenciando suas características sensoriais. A presença de ésteres de ácidos graxos na carne pode influenciar sua estabilidade e vida útil, afetando sua qualidade e segurança alimentar.

O grupo funcional -CH=CH-CH₂-CH=CH- na carne refere-se à presença de uma ligação dupla conjugada seguida por uma cadeia de carbono alifática. Especificamente, isso pode ser encontrado em ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoleico (ômega-6), que possui duas ligações duplas conjugadas em sua estrutura molecular. Os ácidos graxos poliinsaturados estão presentes na carne, principalmente em carnes de animais alimentados com pasto, que tendem a ter teores mais elevados desses ácidos graxos em comparação com animais alimentados com dietas ricas em grãos.

O grupo funcional -(CH₂)_n- na carne está associado aos ácidos graxos saturados, que desempenham papéis cruciais na composição nutricional, estabilidade e características sensoriais dos produtos cárneos.

Segundo HRISTOV *et al.*, (2002), pode ser consequência da presença da adição de ácidos graxos de cadeia longa que podem auxiliar na melhor absorção intestinal de aminoácidos provenientes da atividade microbiana, aumentando os teores de proteína (ALVES *et al.*, 2003).

KAMEL *et al.* (2018), em estudos de avaliação do perfil de ácidos graxos frente a utilização do óleo de girassol em que se obteve alto teor de ácido linoleico na gordura intramuscular quando na suplementação com óleo de girassol (ZHANG *et al.*, 2013; FOWLER *et al.*, 2019).

Esta ausência de diferença também foi relatada por vários autores que submeteram animais à suplementação de diferentes óleos, inclusive em estudos com animais resultantes do cruzamento Santa Inês com a raça Dorper (SAÑUDO *et al.*, 2000; ABREU *et al.*, 2019).

5. CONCLUSÃO

A suplementação com óleos vegetais, especialmente os de girassol e canola, melhorou o desempenho dos cordeiros, sem comprometer a qualidade da carne. A análise colorimétrica não revelou alterações significativas na cor da carne, e a retenção de água também

não foi negativamente impactada. Embora o óleo de girassol tenha levado a um aumento na perda de líquidos, isso não afetou a aceitação sensorial da carne. Os resultados indicam que a inclusão desses óleos na dieta pode ser uma alternativa eficaz para melhorar o ganho de peso dos animais, sem prejudicar a qualidade da carne, sendo compatível com outros estudos sobre o tema (Pérez et al., 2018; Jiang et al., 2020).

REFERÊNCIAS

ABREU, K. S. F.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; MADRUGA, M. S.; MACIEL, M. I. S.; FÉLIX, S. C. R.; VASCO, A. C. C. M.; URBANO, S. A. Quality of Meat from Sheep Fed Diets Containing Spineless Cactus (*Nopalea Cochenillifera* Salm Dyck). **Meat Sci** 2019, 148, 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.036>.

AHMED, O. M.; PANGLOLI, P.; HWANG, C. A.; ZIVANOVIC, S.; WU, T.; D'SOUZA, D.; DRAUGHON, F. A. The Occurrence of *Listeria Monocytogenes* in Retail Ready-to-Eat Meat and Poultry Products Related to the Levels of Acetate and Lactate in the Products. **Food Control** 2015, 52, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.015>.

ALVES, K. S.; FERNANDO, F.; CARVALHO, R. DE; SHERLÂNEA, A.; VÉRAS, C.; ANDRADE, M. F. DE; COSTA, R. G.; MARIA, Â.; BATISTA, V.; MEDEIROS, N. D. E.; JOSÉ, R.; MAIOR, D. S.; KARLA, D.; ANDRADE, B. D. E. Níveis de Energia Em Dietas Para Ovinos Santa Inês: Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia** 2003, 32, 1937–1944.

BHATTR, S.; SOREN, N. M.; TRIPATHI, M. K.; KARIM, S. A. Effects of Different Levels of Coconut Oil Supplementation on Performance, Digestibility, Rumen Fermentation and Carcass Traits of Malpura Lambs. **Anim Feed Sci Technol** 2011, 164 (1–2), 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021>.

CANESIN R. C.; FIORENTINI G.; BERCHIELLI TT. 2012. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Rev bras saúde prod anim** 13, 938-953.

CARTAXO F. Q.; SOUSA W. H. D.; CEZAR M. F, CUNHA M. D. G. G.; MENEZES L. M. D.; RAMOS J. P. D. F.; GOMES JT & VIANA JA. 2017. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. **Rev bras saúde prod anim** 18, 388-401.

CHRYSTALL B. 1994. Meat texture measurement. In: Pearson AM.; Dutson TR. (Eds.) Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. **Adv Meat Res** 316-336.

CHÁVARI A. C. T.; MARQUES R. O, GOMES H. F. B.; CAÑIZARES G. I. L.; BRITO E. P.; LOURENÇON R. V.; MEIRELLES P. R. L.; GONÇALVES H. C. 2021. Desempenho, características de carcaça, perfil e qualidade de ácidos graxos da carne de cabritos Anglo-

Nubianos alimentados com dietas suplementadas com óleos vegetais. **Rev Bras de Zootec** 50, e20200056.

CORAZZIN M.; DEL BIANCO S.; BOVOLENTA S.; PIASENTIER E. 2019. Carcass Characteristics and Meat Quality of Sheep and Goat. In: LORENZO J, MUNEKATA P, CORREIA IAS *et. al.* 2014. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) e Coco (*Cocos nucifera L.*) produzidos no Nordeste brasileiro. **Sci plena** 10.3.

DOREAU M.; BAUCHART D.; CHILLIARD Y. 2010. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding1. **Anim Prod Sci** v. 51, n. 1, p. 19-29.

FRENCH P.; STANTON C.; LAWLESS F.; RIORDAN E. O. G.; MONOHAN F. J & CAFFREY M. A. P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrated-based diet. **J Anim Sci** 78: 2849-2855.

FOWLER, S. M.; MORRIS, S.; HOPKINS, D. L. Nutritional Composition of Lamb Retail Cuts from the Carcasses of Extensively Fattened Lambs. **Meat Sci** 2019, 154, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.016>.

HONIKEL K. O.; HAMM R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Pearson AM.; Dutson TR. (Eds.) Quality Attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. **Adv Meat Res** 125-159.

HRISTOV, A. N.; IVAN, M.; MCALLISTER, T. A. In Vitro Effects of Individual Fatty Acids on Protozoal Numbers and on Fermentation Products in Ruminant Fluid from Cattle Fed a High-Concentrate, Barley-Based Diet 1, 2. **J Anim Sci** 2002, 82, 2693–2704.

HU, D.; WU, J.; JIN, L.; YUAN, L.; LI, J.; CHEN, X.; YAO, J. Evaluation of *Pediococcus Pentosaceus* Strains as Probiotic Adjunct Cultures for Soybean Milk Post-Fermentation. **Food Research International** 2021, 148, 110570. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110570>.

KAMEL, H. E. M.; AL-DOBAIB, S. N.; SALEM, A. Z. M.; LÓPEZ, S.; ALABA, P. A. Influence of Dietary Supplementation with Sunflower Oil and Quebracho Tannins on Growth Performance and Meat Fatty Acid Profile of Awassi Lambs. **Anim Feed Sci Technol** 2018, 235, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.006>.

KARAMI, M.; PONNAMPALAM, E. N.; HOPKINS, D. L. The Effect of Palm Oil or Canola Oil on Feedlot Performance, Plasma and Tissue Fatty Acid Profile and Meat Quality in Goats. **Meat Sci** 2013, 94 (2), 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.02.004>.

KIM, Y. K.; CHOI, H.; MYUNG, K. H. Effects of Propylene Glycol on Carcass Traits and Its Related Gene Expression in Korean Native Steers 1.2018.

MAIA M. D. O.; SUSIN I.; FERREIRA E. M.; NOLLI C. P.; GENTIL R. S.; PIRES, A.V.; MOURÃO G. B. 2012. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. **R Bras Zootec** 41, 2350-2356.

MILTKO R.; MAJEWSKA M. P.; BELZECKI G.; KULA K.; KOWALIK B. 2019. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented different vegetable oils. **Asian-Australas J Anim Sci** 32(6):767-775.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, 384p.

PRACHE, S.; SCHREURS, N.; GUILLIER, L. Review: Factors Affecting Sheep Carcass and Meat **Quality Attributes**. **Animal** 2022, 16. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100330>.
SIMITZIS, P. E.; DELIGEORGIS, S. G.; BIZELIS, J. A.; DARDAMANI, A.; THEODOSIOU, I.; FEGEROS, K. Effect of Dietary Oregano Oil Supplementation on Lamb Meat Characteristics. **Meat Sci** 2008, 79 (2), 217–223. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.09.005>.

PEREIRA FILHO J. M., RESENDE K. T.; TEIXEIRA I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO A. G.; YÁÑEZ E. A.; FERREIRA A. C. D. 2008. Características da carcaça e alometria dos tecidos de cabritos F1 Boer × Saanen. **R Bras Zootec** 37(5):905-912.

RODRIGUES FILHO M.; ANDRADE I. F.; LADEIRA M. M.; RODRIGUES N. E. B.; LOPES L. S.; 2013. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento. **Rev Bras Saúde Prod Anim** 14, 54-66.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty Acid Composition and Sensory Characteristics of Lamb Carcasses from Britain and Spain. **Meat Sci** 2000, 54, 0–7.

SCOBIE, A.; KANAGARAJAH, S.; HARRIS, R. J.; BYRNE, L.; AMAR, C.; GRANT, K.; GODBOLE, G. Mortality Risk Factors for Listeriosis – A 10 Year Review of Non-Pregnancy Associated Cases in England 2006–2015. **Journal of Infection** 2019, 78 (3), 208– 214. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2018.11.007>.

VAN CLEEF F. D. O. S.; EZEQUIEL J. M. B.; D’AUREA A. P.; ALMEIDA M. T. C.; PEREZ H. L.; VAN CLEEF E. H. C. B. 2016. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. **Small Rumin Res** 137, 151-156.

YÁÑEZ E. A.; RESENDE K. T.; FERREIRA A. C. D.; PEREIRA FILHO J. M.; SILVA SOBRINHO A. G.; TEIXEIRA I. A. M. A & MEDEIROS A. N. 2006. Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Rev Bras de Zootec** 35(5): 2093-2100.

WEBB E. C.; HASSEN A.; VAN DER WALT L & POPHIWA P. 2022. Effects of palm oil supplementation and fibrolytic enzymes in high forage diets on growth, carcass characteristics and fatty acid profiles of lambs. **Small Rumin Res** 210, 106652.

ZHANG, Y.; LUO, H.; CHEN, Y.; YAN, L.; CHANG, Y.; JIAO, L.; LIU, K. Effects of Licorice Extract on the PH Value, Temperature, Drip Loss, and Meat Color during Aging of Longissimus Dorsi Muscle in Tan Sheep. **Small Ruminant Research** 2013, 113, 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.03.008>.

CAPÍTULO 4 – MICROBIOTA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM ÓLEOS VEGETAIS NA DIETA

RESUMO

Este estudo avaliou o impacto da suplementação dietética com diferentes óleos vegetais na composição e funcionalidade da microbiota ruminal em ovinos. Utilizando técnicas de sequenciamento de nova geração, foram analisadas as comunidades microbianas ruminais de ovinos alimentados com dietas suplementadas com óleo de canola, coco e girassol. DNA foi extraído utilizando o kit "ZR Fecal DNA MiniPrep®" da Zymo Research, seguindo as instruções do fabricante. A concentração e pureza do DNA foram avaliadas por espectrofotometria a 260 nm e a integridade do DNA foi verificada por eletroforese em gel de agarose a 1%. Para a caracterização da microbiota, foi realizada a amplificação do gene 16S rRNA, focando nas regiões V3-V4, utilizando primers universais. A reação de PCR foi conduzida sob condições específicas: inicialização a 95°C por 3 minutos, seguida de 25 ciclos de desnaturação a 95°C por 30 segundos, anelamento a 55°C por 30 segundos, e extensão a 72°C por 30 segundos, com uma etapa final de extensão a 72°C por 5 minutos. Os produtos de PCR foram então utilizados para construir bibliotecas metagenômicas usando o "Nextera DNA Library Preparation Kit" da Illumina® e sequenciados no sequenciador MiSeq da Illumina®. Os dados de sequenciamento obtidos foram processados na plataforma QIIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology), onde sequências de baixa qualidade foram filtradas e removidas, seguidas pela eliminação de quimeras e classificação taxonômica. A identificação de unidades taxonômicas operacionais (OTUs) foi realizada através da homologia de sequências, comparadas contra o banco de dados SILVA (versão 128). Para garantir uma comparação justa, o número de sequências por amostra foi normalizado. A análise estatística preliminar focou na avaliação das mudanças na abundância dos táxons, sendo o impacto das diferentes dietas analisado com base em variações percentuais na abundância dos táxons. A suplementação com óleos vegetais alterou significativamente a diversidade e composição da microbiota ruminal. Óleos de canola e coco mostraram uma tendência a reduzir a riqueza microbiana, enquanto o óleo de girassol manteve uma diversidade mais equilibrada. As análises revelaram que cada tipo de óleo vegetal promovia modulações distintas na microbiota, influenciando diferentes gêneros e famílias microbianas. Os resultados sugerem que óleos vegetais na dieta de ovinos têm um papel significativo na modulação da microbiota ruminal, afetando a diversidade e a abundância de microrganismos específicos. As alterações observadas podem refletir adaptações metabólicas no ambiente ruminal, que provavelmente influenciam a eficiência alimentar e a saúde dos animais. A compreensão das interações entre dieta e microbiota oferece insights valiosos para estratégias nutricionais que otimizem a saúde e a produção ruminal. Este estudo enfatiza a importância dos óleos vegetais na dieta de ruminantes, destacando seu impacto significativo na estrutura e funcionalidade da microbiota ruminal.

Palavras – chaves: cordeiros; fermentação; microrganismos.

CHAPTER 4 – RUMINAL MICROBIOTA OF SHEEP FED VEGETABLE OILS IN THE DIET

ABSTRACT

Ruminant health and performance are intrinsically linked to the complex and dynamic intestinal microbiota, which plays a crucial role in digestion and nutrient absorption. This study evaluated the impact of dietary supplementation with different vegetable oils on the composition and functionality of the ruminal microbiota in sheep. Using next generation sequencing techniques, ruminal microbial communities of sheep fed diets supplemented with canola, coconut and sunflower oil were analyzed. For the analysis of rumen microbiota, samples of rumen content were collected from sheep fed diets containing canola, coconut and sunflower oil. DNA was extracted using the "ZR Fecal DNA MiniPrep®" kit from Zymo Research, following the manufacturer's instructions. The concentration and purity of the DNA were evaluated by spectrophotometry at 260 nm and the integrity of the DNA was verified by electrophoresis in a 1% agarose gel. To characterize the microbiota, amplification of the 16S rRNA gene was performed, focusing on the V3-V4 regions, using universal primers. The PCR reaction was conducted under specific conditions: initialization at 95°C for 3 minutes, followed by 25 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 55°C for 30 seconds, and extension at 72°C for 30 seconds, with a final extension step at 72°C for 5 minutes. The PCR products were then used to construct metagenomic libraries using the Illumina® Nextera DNA Library Preparation Kit and sequenced on the Illumina® MiSeq sequencer. The sequencing data obtained was processed on the QIIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology) platform, where low-quality sequences were filtered and removed, followed by the elimination of chimeras and taxonomic classification. The identification of operational taxonomic units (OTUs) was performed through sequence homology, compared against the SILVA database (version 128). To ensure a fair comparison, the number of sequences per sample was normalized. The preliminary statistical analysis focused on evaluating changes in taxon abundance, with the impact of different diets analyzed based on percentage variations in taxon abundance. Supplementation with vegetable oils significantly altered the diversity and composition of the ruminal microbiota. Canola and coconut oils showed a tendency to reduce microbial richness, while sunflower oil maintained a more balanced diversity. The analyzes revealed that each type of vegetable oil promoted distinct modulations in the microbiota, influencing different microbial genera and families. The results suggest that vegetable oils in the sheep diet have a significant role in modulating the ruminal microbiota, affecting the diversity and abundance of specific microorganisms. These changes may reflect metabolic adaptations in the rumen environment, possibly influencing feed efficiency and animal health. Detailed understanding of diet-microbiota interactions provides valuable insights for developing nutritional strategies that optimize rumen health and production. This study highlights the importance of vegetable oils in the ruminant diet, demonstrating their substantial impact on the structure and functionality of the rumen microbiota.

Keywords: lambs; fermentation; microorganisms.

1. INTRODUÇÃO

A funcionalidade do intestino depende da microbiota intestinal, que é essencial para o metabolismo e absorção de nutrientes e outros compostos consumidos pelos animais. Uma microbiota estável apresenta alta diversidade de gêneros microbianos em um delicado equilíbrio, permitindo um aumento da capacidade metabólica do intestino. A dinâmica populacional do microbiota intestinal é alterada de acordo com a idade, nutrição, estresse, doenças infecciosas bacterianas, higiene, consumo de probióticos, e pela exposição a antimicrobianos (DUDA-CHODAK *et. al.*, 2015).

Diversos nutrientes têm a capacidade de modular positivamente ou negativamente a funcionalidade intestinal e, em consequência, afetar a saúde e desempenho animal (SUGIHARTO, 2016). Entre os nutrientes que atuam como moduladores da microbiota, do sistema imune e da integridade intestinal, destacam-se os compostos chamados nutracêuticos, que incluem prebióticos, probióticos, ácidos orgânicos, simbióticos, enzimas exógenas, ácidos graxos poliinsaturados e fitobióticos (HUYGHEBAERT *et. al.*, 2011).

A análise da diversidade da microbiota intestinal é feita através de sequenciamento de nova geração. Esta metodologia permite gerar uma grande quantidade de dados, permitindo a identificação de gêneros bacterianos que não são cultiváveis por técnicas clássicas de microbiologia. O sequenciamento de nova geração para identificação dos gêneros é feito por: 1) amplificação, por PCR, do gene 16S do rRNA. Este gene é escolhido para amplificação por ser um gene de expressão constante, além de possuir regiões variáveis que são conservadas dentro de cada espécie; 2) os amplicons da PCR são sequenciados na plataforma Miseq (Illumina). O diferencial do sequenciamento de nova geração é que gera um volume de dados muito grande com rapidez. O princípio de leitura do equipamento permite ler cada “extensão” (cada amplicon vindo da PCR) em um grande conjunto em que cada sequência tem o mesmo peso. Isso permite analisar a frequência relativa de cada gênero amplificado na PCR.

A diversidade alfa de uma amostra é determinada pela sua riqueza e uniformidade, onde a riqueza de um ecossistema é representada pelo número de espécies diferentes que compõe determinada amostra (número total de OTUs) e a uniformidade é um fator que estima a similaridade e diferenças entre as abundâncias relativas dos grupos taxonômicos presentes na amostra. Níveis de diversidade alfa maiores indicam a presença de maior repertório genético, permitindo que maior número de recursos sejam utilizados, quando analisadas como um ecossistema. Maiores níveis de diversidade favorecem a existência de organismos que são funcionalmente redundantes, cuja predominância indica maior a estabilidade da microbiota

intestinal, por exemplo (MOYA & FERRER, 2016). Microbiotas menos diversas, onde há nichos energéticos pouco explorados também são mais facilmente colonizadas por patógenos (ELLISON *et. al.*, 2019; RAVI *et. al.*, 2019). A diversidade alfa pode ser calculada pela contagem direta das unidades taxonômicas (OTUs), por estimadores que consideram táxons raros (singletons/doubletons), como chao1 e chao1 bias-corrected, ou através de índices que consideram também a proporção entre as unidades taxonômicas observadas em cada amostra (Entropia de Shannon e índice de Simpson) (QIAGEN, 2021).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade de Brasília (UnB).

O experimento foi conduzido no Centro de Manejo de Ovinos – CMO, pertencente à Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília – UnB. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) e no Centro Pesquisa de Alimentos (CPA) ambos da Universidade Federal de Goiás – UFG e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Universidade de Brasília-UnB.

As rações foram compostas por 50% de volumoso e 50% concentrados, sendo que o volumoso foi a base de cana hidrolisada (cal hidratada 1,5%) e o concentrado a base de farelo de soja e milho. A dieta foi formulada de acordo com as exigências prescritas pelo NRC (2007) (Tabela 1), para ganho de peso na fase de terminação da ordem de 300 gramas por dia.

Foram utilizados 32 cordeiros 1/2 Dorper x 1/2 Santa Inês, com peso médio de $18 \pm$ kg. Os animais foram alojados individualmente em baias cobertas, com dimensão de 1,5m², providas de comedouros, bebedouros, onde permaneceram durante todo o período experimental. O período experimental teve duração de 75 dias, sendo os primeiros 15 dias para adaptação às dietas e os 60 últimos dias para coleta dos dados.

As dietas foram fornecidas pela manhã e tarde, ajustando as sobras para no máximo 10% do dia anterior. Os cálculos de consumo foram realizados diariamente pela diferença entre o ofertado e as sobras.

Os cordeiros foram abatidos ao final do experimento no frigorífico Nippobras localizado em Formosa-GO, devidamente fiscalizado e certificado pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F), órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, seguindo assim as normas de abate humanitário, iniciado com atordoamento feito por insensibilização elétrica, seguido por sangria mediante secção das jugulares e carótidas e logo após evisceração.

Após jejum obrigatório pré-abate de 16 horas, com pesagem antes e após o jejum para obtenção, respectivamente, do peso vivo final e do peso em jejum, conforme normas de abate humanitário, os animais foram insensibilizados com choque elétrico de 220 volts por dois períodos de 15 segundos, imediatamente antes de serem abatidos através da secção das jugulares e carótidas, seguida de sangria, esfolagem e retirada dos órgãos.

Microbioma

Foi empregado o kit comercial “ZR Fecal DNA MiniPrep®” da Zymo Research para extrair o DNA das amostras seguindo-se o protocolo recomendado pelo fabricante. O DNA extraído foi quantificado por espectrofotometria a 260nm. Para avaliar a integridade do DNA extraído, todas as amostras foram corridas por eletroforese em gel de agarose 1%.

Foi amplificado um segmento de aproximadamente 460 bases da região hipervariável V3V4 do gene ribossomal 16S rRNA utilizando-se os primers universais descritos pela metodologia, e as seguintes condições de PCR: 95°C por 3 min; 25 ciclos de 95°C por 30 seg, 55°C por 30 seg e 72°C por 30 seg, seguido de etapa à 72°C por 5 min. A partir destes amplificados foi construída a biblioteca metagenômica utilizando-se o kit comercial “Nextera DNA Library Preparation Kit” da Illumina®. Os amplificados foram reunidos em pools e posteriormente sequenciados no sequenciador “MiSeq” da Illumina® (DEGNAN & OCHMAN, 2012).

As leituras ou “reads” obtidos no sequenciador foram analisadas na plataforma QIIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology) (CAPORASO *et. al.*, 2011; 2010), seguindo-se um fluxo de trabalho desde a remoção de sequências de baixa qualidade, filtração, remoção de quimeras e classificação taxonômica. As sequências foram classificadas em gêneros bacterianos através do reconhecimento de unidades taxonômicas operacionais (OTUs), neste caso, a homologia entre as sequências quando comparadas contra uma base de dados. Para comparar as sequências foi utilizada a atualização (SILVA 128) do ano 2017 do banco de dados de sequências ribossomais SILVA database (YILMAZ *et. al.*, 2013).

Para gerar a classificação das comunidades bacterianas por identificação de OTUs, foram utilizadas 29.000 leituras por amostra, com a finalidade de normalizar os dados e não comparar amostras com diferente número de leituras, evitando assim viés na taxonomia.

Análise estatística

Como os grupos são representados por apenas uma amostra cada, os resultados serão apresentados e discutidos de acordo com as mudanças de magnitude observadas para as

abundâncias dos táxons. O grau de mudança de magnitude será expresso na forma de percentagem.

3. RESULTADOS

Microbioma

O microbioma do líquido ruminal de ovinos foi avaliado quanto à diversidade alfa e beta, composição taxonômica e diferenças para abundância dos táxons entre os grupos experimentais T1 (canola), T2 (coco), T3 (girassol) e T4 (controle), que serão representadas como aumento ou redução, em percentagem (“fold-change (%)” $((y-x/x) * 100)$).

Diversidade alfa

Apesar de não representar diferenças estatisticamente significantes, a diferença entre as amostras quanto aos estimadores de riqueza, considerando os táxons raros (Chao1, Chao1 bias-based), e uniformidade (Entropia de Shannon e índice de Simpson), apontam que as amostras T3 e T4 apresentam riqueza pelo menos 25% menor do que T1 e T2, embora a uniformidade de distribuição dos táxons nas diferentes amostras não apresente variação menor que 25% (Tabela 1, Figura 6)

TABELA 1 – Percentagem de diferença entre as amostras (fold-change%), quanto aos estimados de diversidade alfa. Valores maiores do que 25%. Dados não estatísticos.

	T1-T2	T1-T3	T1-T4	T2-T3	T2-T4	T3-T4
Total de OTU	1,77%	32,27%	8,98%	29,96%	7,09%	-17,60%
Chao1	2,09%	27,70%	35,65%	25,09%	32,87%	6,22%
Chao1 bias-corrected	2,11%	27,84%	35,54%	25,20%	32,75%	6,02%
Índice de Simpson	-1,08%	1,37%	-0,90%	2,48%	0,19%	-2,24%
Entropia de Shannon	-4,82%	10,81%	-4,32%	16,42%	0,53%	-13,65%

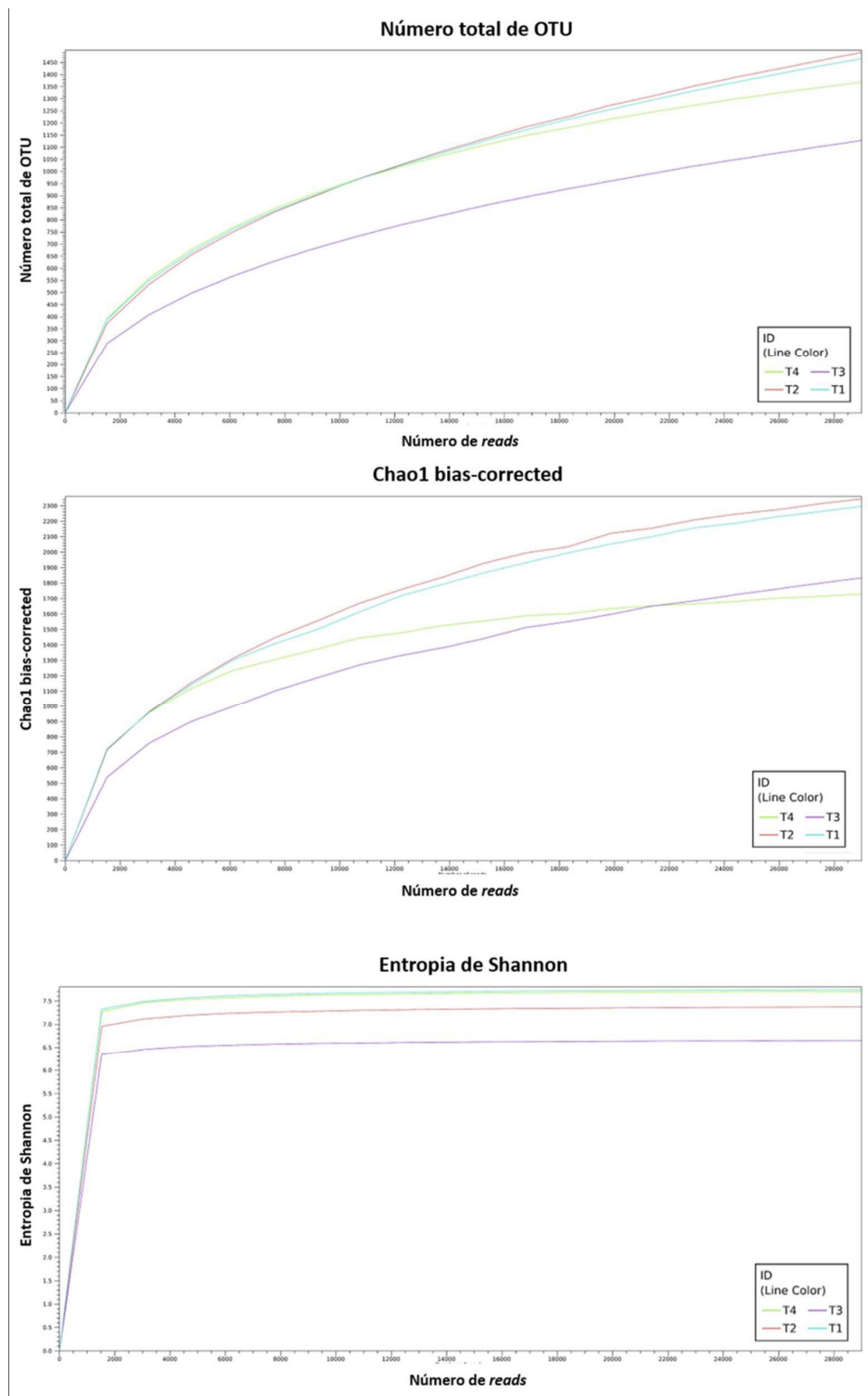


FIGURA 6 – Curvas de rarefação dos estimadores de Diversidade alfa. Número total de OTU, Chao1 bias- corrected e Entropia de Shannon.

A Tabela 2 apresenta a diferença das amostras com relação à dieta testemunha (T4).

TABELA 2 – Percentagem de diferença entre as amostras T1, T2 e T3 (fold-change%) com relação ao grupo T4, quanto aos estimados de diversidade alfa. Em vermelho, valores maiores do que 25%. Dados não estatísticos.

Diversidade alfa	T1	T2	T3
Total de OTU	8,98	7,09	- 17,60
Chao1	35,65	32,87	6,22
Chao1 bias-corrected	35,54	32,75	6,02
Índice de Simpson	- 0,90	0,19	- 2,24
Entropia de Shannon	- 4,32	0,53	-13,65

Diferença com relação à dieta testemunha (T4) (fold-change,%)

Análise de componentes principais (PCA)

A análise de componente principal (PCA, do inglês Principal Component Analysis) é uma técnica de análise multivariada que pode ser usada para analisar inter-relações entre muitas variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes (componentes). Ao aplicarmos esta análise aos dados de microbioma, é possível identificar amostras com perfil semelhantes quando consideradas todas as informações geradas pela amostra, pela sua localização no gráfico. A distância entre dois pontos indica o grau de identidade entre eles. As amostras T1 e T4 são similares entre si quanto aos Filos e Gêneros do que em relação a T2 e T4 (FIGURA 7).

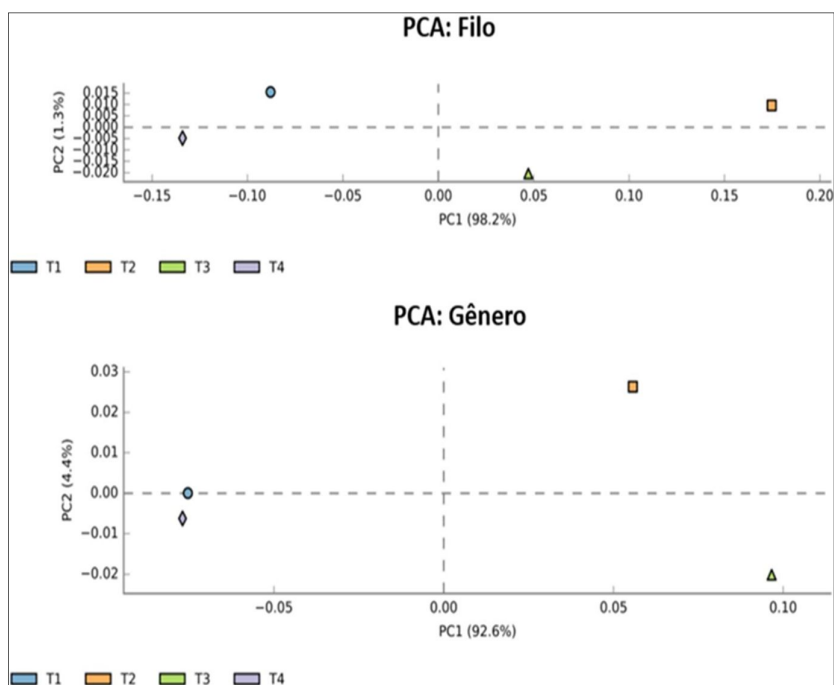


FIGURA 7 – A análise de componente principal (PCA) obtida com os dados de filo (acima) e gênero (abaixo). Os pontos representam os animais. Pontos próximos têm alta similaridade quanto à sua microbiota. Os gráficos de PCA foram gerados comparando os perfis taxonôm

Composição da comunidade microbiana ruminal

Os filos identificados nas amostras com abundância média maior do que 0,5%, em ordem decrescente de abundância, são: Firmicutes, Bacteroidetes, Chloroflexi, Euryarchaeota, Tenericutes, Spirochaetes, Verrucomicrobia, Actinobacteria, Fibrobacteres e Proteobacteria. Além destes, outros 12 filos foram identificados, conforme apresentado na Figura 8.

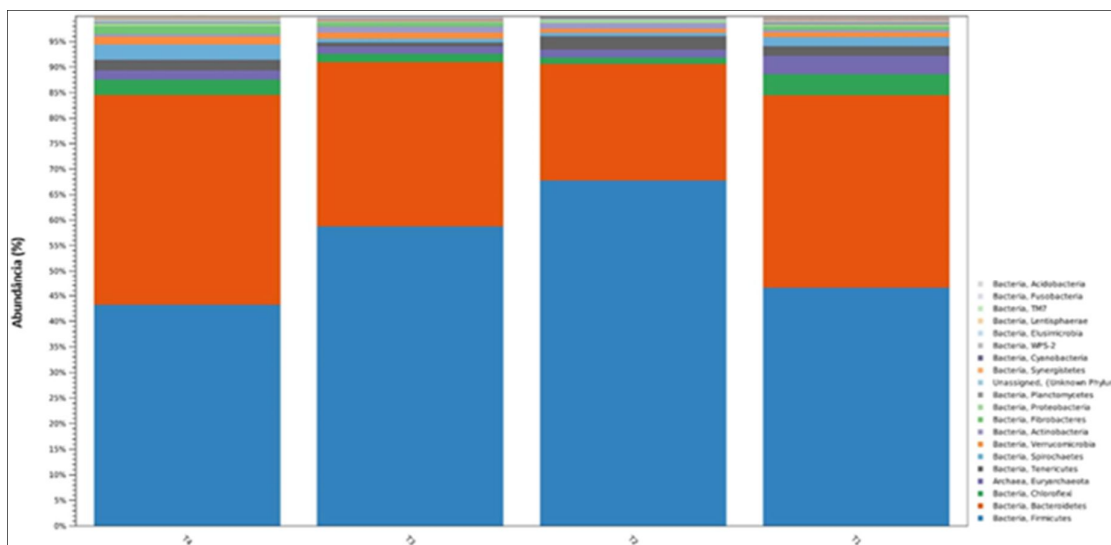


FIGURA 8 – Filos de maior abundância relativa (%) nos grupos.

As classes de maior abundância (>0,5%) são Clostridia, Bacteroidia, Anaerolineae, Erysipelotrichi, Methanobacteria, Mollicutes, Spirochaetes, Verruco-5 e Fibrobacteria (Figura 9).

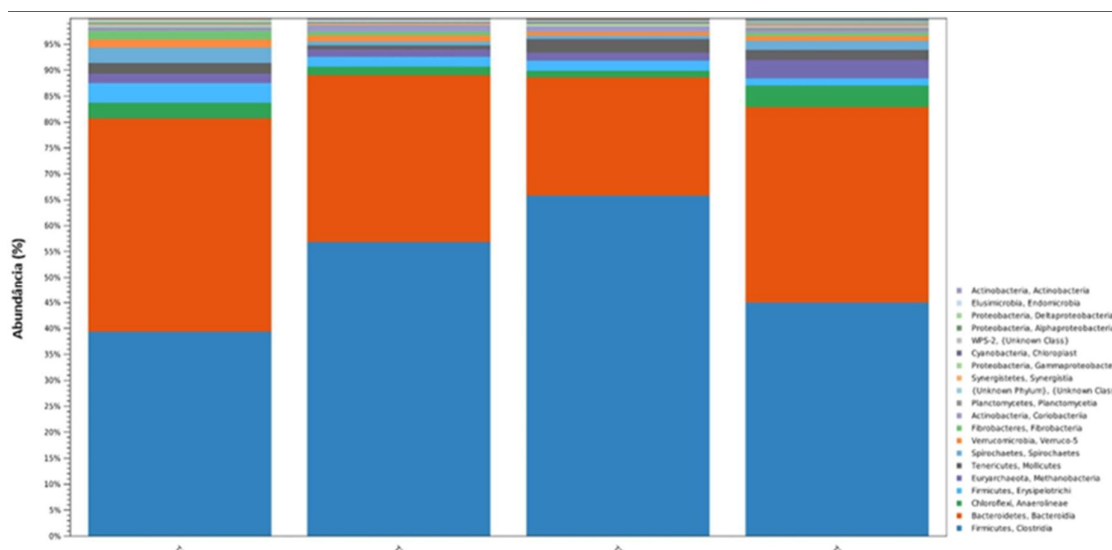


FIGURA 9 – Classes de maior abundância relativa nos grupos.

As ordens de maior abundância identificadas foram Clostridiales, Bacteroidales, Anaerolineales, Erysipelotrichales, Methanobacteriales, RF39, Spirochaetales, WCHB1-41 e Fibrobacteriales (Figura 10).

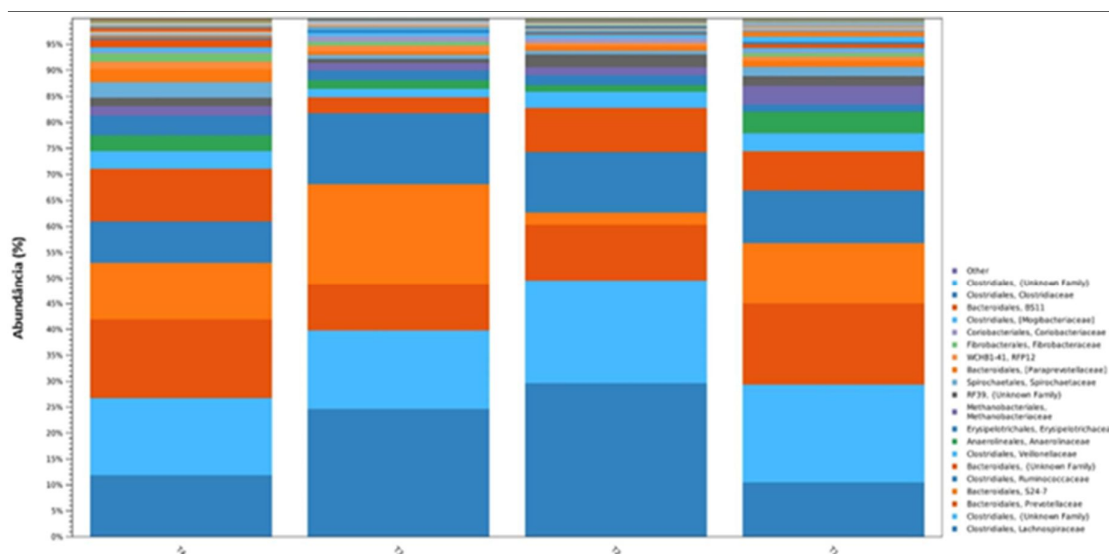


FIGURA 10 – Ordens de maior abundância relativa nos grupos.

A Figura 11 apresenta as Famílias identificadas com abundância relativa maior do que 0,5%, e incluindo: Lachnospiraceae, Prevotellaceae, S24-7, Ruminococcaceae, Veillonellaceae, Anaerolinaceae, Erysipelotrichaceae, Methanobacteriaceae, Spirochaetaceae, [Paraprevotellaceae], RFP12, Fibrobacteraceae, Coriobacteriaceae, [Mogibacteriaceae] e BS11.

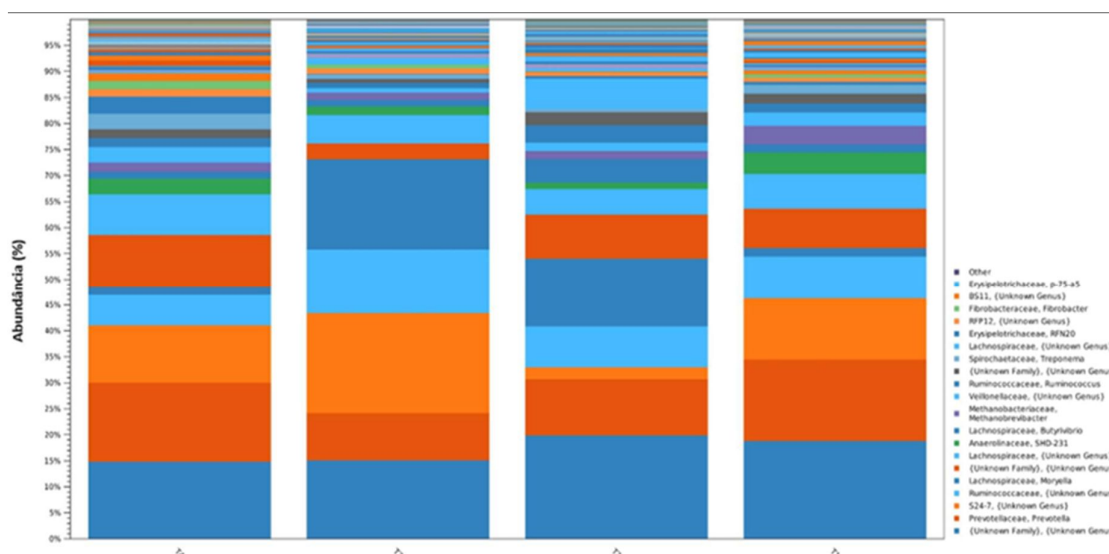


FIGURA11– Famílias de maior abundância relativa nos grupos.

Diferenças entre as abundâncias dos táxons.

Dentre os gêneros identificados com abundância 0,5% em pelo menos uma das amostras (Tabela 4), foi avaliada a diferença percentil entre os pares de amostras, e diferença entre as apresenta graficamente as abundâncias dos táxons que apresentam variação maior que 100% entre comparações de amostras.

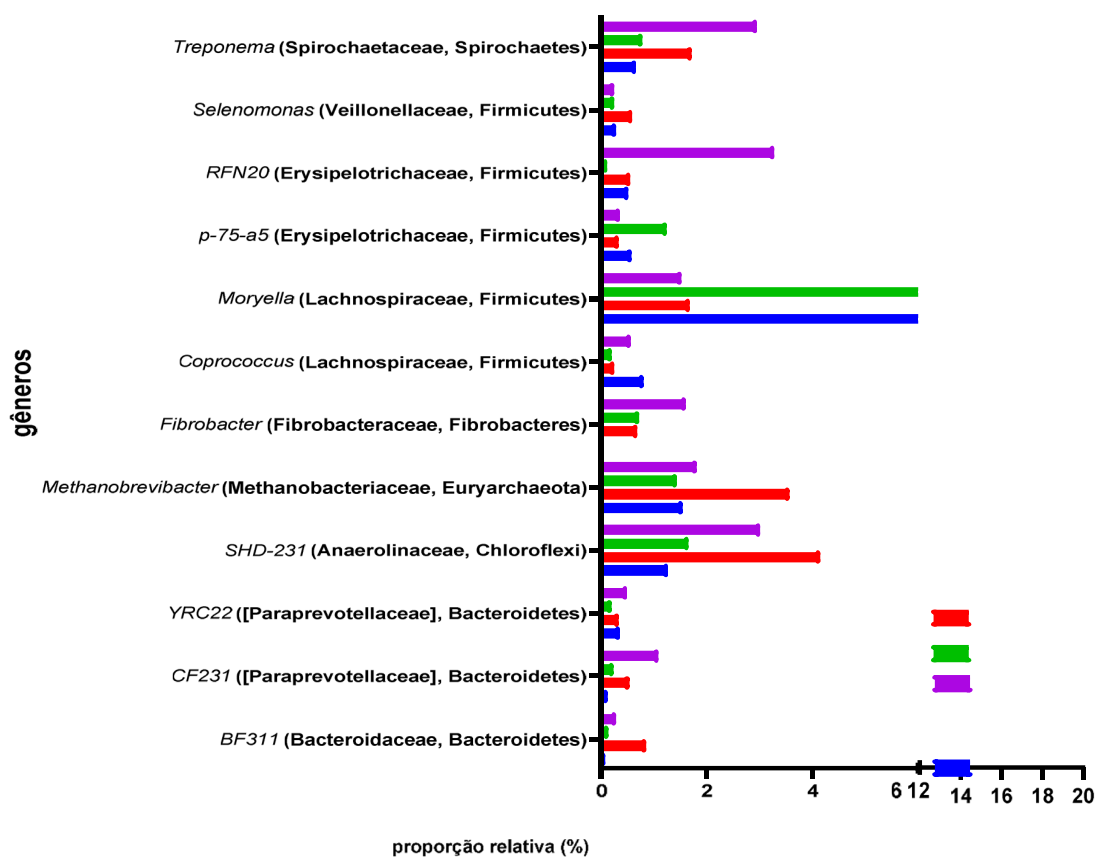
A amostra T1 apresentou abundância no mínimo 100% menor do gênero Fibrobacter do que as amostras T2, T3 ou T4, dos gêneros BF311, CF231, SHD-231 e Treponema do que o observado para T2 e T4, dos gêneros Methanobrevibacter e Selenomonas do que o observado para a amostra T2, do gênero RFN20 do que em T4 e do gênero p-75-a5 do que em T3. A amostra T2 apresentou menor abundância de P-75-a5 e Moryella do que T3. A amostra T4 apresentou abundância no mínimo 100% menor de Fibrobacter, CF231, RFN20 e Coprococcus do que T2 e T3. O grupo T4 apresentou maior abundância de Treponema e YRC22 do que T3.

TABELA 5 – Distribuição das proporções dos gêneros de abundância maior do que 0,5% em pelo menos uma das amostras.

Filo	Família	Gênero	T1	T2	T3	T4
p_Bacteroidetes	f_Prevotellaceae	g_Prevotella	15,68	10,80	9,08	15,16
p_Firmicutes	f_Lachnospiraceae	g_Moryella	1,68	13,18	17,34	1,52
p_Chloroflexi	f_Anaerolinaceae	g_SHD-231	4,14	1,26	1,65	3,01
p_Firmicutes	f_Lachnospiraceae	g_Butyrivibrio	1,53	4,53	1,27	1,30
p_Euryarchaeota	f_Methanobacteriaceae	g_Methanobrevibacter	3,57	1,53	1,42	1,80
p_Firmicutes	f_Ruminococcaceae	g_Ruminococcus	1,72	3,38	1,03	1,74
p_Spirochaetes	f_Spirochaetaceae	g_Treponema	1,71	0,66	0,77	2,95
p_Firmicutes	f_Erysipelotrichaceae	g_RFN20	0,55	0,51	0,11	3,28
p_Fibrobacteres	f_Fibrobacteraceae	g_Fibrobacter	0,68	0,02	0,71	1,59
p_Firmicutes	f_Erysipelotrichaceae	g_p-75-a5	0,33	0,57	1,24	0,35
p_Firmicutes	f_Veillonellaceae	g_Succiniclasticum	0,29	1,04	0,53	0,16
p_Bacteroidetes	f_[Paraprevotellaceae]	g_CF231	0,52	0,12	0,22	1,08
p_Firmicutes	f_Lachnospiraceae	g_Coprococcus	0,25	0,80	0,20	0,56
p_Firmicutes	f_Erysipelotrichaceae	g_Bulleidia	0,45	0,65	0,34	0,12
p_Firmicutes	f_Veillonellaceae	g_Selenomonas	0,58	0,28	0,24	0,24
p_Bacteroidetes	f_Bacteroidaceae	g_BF311	0,85	0,07	0,13	0,28

TABELA 6 – Diferença percentil entre a abundância de gêneros com abundância mínima de 0,5%, entre todos os grupos, e entre T4 e os demais.

Gênero	Diferença entre os grupos (fold-change,%)						Diferença com relação à dieta testemunha (T4) (fold-change,%)		
	T1-T2	T1-T3	T1-T4	T2-T3	T2-T4	T3-T4	T1	T2	T3
Prevotella	45,21	72,73	3,43	18,95	-28,77	-40,12	3,43	-28,77	-40,12
Moryella	-87,29	-90,33	10,45	-23,97	768,86	1042,73	10,45	768,86	1042,73
SHD-231	229,32	150,94	37,69	-23,80	-58,19	-45,13	37,69	-58,19	-45,13
Butyrivibrio	-66,13	21,25	17,72	258,04	247,62	-2,91	17,72	247,62	-2,91
Methanobrevibacter	132,36	150,36	97,71	7,75	-14,91	-21,03	97,71	-14,91	-21,03
Ruminococcus	-49,18	66,00	-1,39	226,67	94,06	-40,59	-1,39	94,06	-40,59
Treponema	159,69	121,43	-42,06	-14,73	-77,69	-73,83	-42,06	-77,69	-73,83
RFN20	8,16	412,90	-83,28	374,19	-84,54	-96,74	-83,28	-84,54	-96,74
Fibrobacter	3200,00	-4,35	-57,14	-97,10	-98,70	-55,19	-57,14	-98,70	-55,19
p-75-a5	-42,77	-73,54	-6,86	-53,76	62,75	251,96	-6,86	62,75	251,96
Succiniclasticum	-71,85	-44,81	84,78	96,10	556,52	234,78	84,78	556,52	234,78
CF231	347,06	137,50	-51,28	-46,88	-89,10	-79,49	-51,28	-89,10	-79,49
Coprococcus	-68,40	28,07	-54,66	305,26	43,48	-64,60	-54,66	43,48	-64,60
Bulleidia	-31,22	31,31	282,35	90,91	455,88	191,18	282,35	455,88	191,18
Selenomonas	110,00	140,00	140,00	14,29	14,29	0,00	140,00	14,29	0,00
BF311	1194,74	564,86	207,50	-48,65	-76,25	-53,75	207,50	-76,25	-53,75



4. DISCUSSÃO

Este trabalho buscou avaliar a composição da microbiota de quatro amostras de líquido ruminal de ovinos identificadas como na TABELA 5.

A suplementação da dieta de ruminantes com óleos vegetais, além de aumentar a concentração de energia alimentar, também promove modulação da microbiota e a fermentação ruminal ao inibir o crescimento bacteriano de forma dose-dependente, dependendo da composição de ácidos graxos e da dieta (FREITAS *et. al.*, 2018; VARGAS *et. al.*, 2020). Neste trabalho, a adição de óleo de canola (T1) e coco (T2) promoveu redução em pelo menos 25% de riqueza de organismos em relação à amostra do grupo testemunha (T4) (Tabela 2), efeito similar ao observado por VARGAS *et. al.*, (2020) utilizando a técnica *in vitro* (RUSITEC).

A suplementação das dietas com óleos vegetais promoveu incremento de *Bulleidia* (Tabela 5), gênero de bactérias gram-positivas do filo Firmicutes, relacionada às infecções orais em humanos (ROSENBERG *et. al.*, 2014) como parte da microbiota ruminal, com abundância positivamente correlacionada com a concentração de ácidos graxos voláteis (VFA) (OMONIYI *et. al.*, 2014; WANG *et. al.*, 2016).

Os tratamentos com óleo de coco (T2) e óleo de girassol (T3) promoveram aumento de gêneros da ordem Clostridiales: *Moryella* (Lachnospiraceae) e *Succiniclasticum* (Veillonellaceae). Estes dois gêneros fazem parte do microbioma central do rúmen e relacionados com perfis de ácidos graxos (PETRI *et. al.*, 2018).

O gênero *Fibrobacter*, relacionado à digestão de fibras e fermentação ruminal, aparece em menor abundância na amostra do grupo que recebeu óleo de canola (T1) do que nos demais (TABELA 2) (MANI *et. al.*, 2021).

A amostra que recebeu suplementação com óleo de canola (T1) apresentou modulação positiva em dois gêneros associados à produção de ácidos graxos, *BF311* e *Selenomonas*. O gênero *BF311* representando o filo *Bacteroidetes* tem correlação com as concentrações de ácidos graxos voláteis em bovinos (Bi *et. al.*, 2018) e também aparece aumentado em ovinos que receberam dietas ricas em lipídeos bioativos derivados de plantas (PATRA *et. al.*, 2019). O gênero *Selenomonas* é conhecido produtor de propionato (WANG *et. al.*, 2017).

A amostra do grupo que recebeu óleo de coco (T2) apresentou maior abundância do gênero *Butyrivibrio*, relacionado à degradação de celulose, biohidrogenação de lipídeos e produção de inibidores bacterianos (KALMOKOFF & TEATHER, (1997); OMONIYI *et. al.*, 2014), do que o grupo testemunha (T4).

O gênero *p-75-a5*, descrito como parte do microbioma ruminal ovino (OMONIYI *et. al.*, 2014), apresentou maior abundância na amostra do grupo T3, que recebeu dieta rica em

óleo de girassol, do que em T4.

5. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a suplementação dietética com óleos vegetais, como canola, coco e girassol, exerce um impacto significativo na composição e funcionalidade da microbiota ruminal em ovinos. Utilizando técnicas avançadas de sequenciamento de nova geração, foi possível identificar alterações importantes na diversidade e abundância de microrganismos específicos. Os resultados indicaram que os óleos de canola e coco tendem a reduzir a riqueza microbiana, enquanto o óleo de girassol promove uma diversidade mais equilibrada. Essas modulações distintas sugerem que os óleos vegetais desempenham um papel crucial na adaptação metabólica do ambiente ruminal, possivelmente influenciando a eficiência alimentar e a saúde geral dos animais. A caracterização detalhada das interações entre dieta e microbiota fornece insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias nutricionais que otimizem a saúde ruminal e a produtividade animal. Assim, a suplementação com óleos vegetais apresenta-se como uma abordagem promissora para a nutrição de ruminantes, enfatizando a necessidade de ajustar as escolhas de acordo com os objetivos produtivos e de saúde dos animais.

REFERÊNCIAS

- BI, Y.; ZENG, S.; ZHANG, R.; DIAO, Q.; TU, Y. Effects of dietary energy levels on rumen bacterial community composition in Holstein heifers under the same forage to concentrate ratio condition. **BMC Microbiol.** 18, 1–12. 2018. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1213-9>
- CAPORASO, J. G.; KUCZYNSKI, J.; STOMBAUGH, J.; BITTINGER, K.; BUSHMAN, F. D.; COSTELLO, E. K.; FIERER, N.; PEÑA, A. G.; GOODRICH, J.K., GORDON, J. I. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. **Nat. Methods** 7, 335– 336. 2010.
- CAPORASO, J. G.; LAUBER, C. L.; WALTERS, W. A.; BERG-LYONS, D.; LOZUPONE, C.A.; TURNBAUGH, P.J.; FIERER, N.; KNIGHT, R. Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 4516–4522. 2011.
- DEGNAN, P. H.; OCHMAN, H. Illumina-based analysis of microbial community diversity. **ISME J.** 6, 183–194. 2012. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.74>
- DUDA-CHODAK, A.; TARKO, T.; SATORA, P.; SROKA, P. Interaction of dietary compounds, especially polyphenols, with the intestinal microbiota: a review. **Eur. J. Nutr.** 54, 325–341. 2015. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0852-y>

ELLISON, S.; KNAPP, R. A.; SPARAGON, W.; SWEI, A.; VREDENBURG, V. T. Reduced skin bacterial diversity correlates with increased pathogen infection intensity in an endangered amphibian host. **Mol. Ecol.** 28,127–140. 2019. <https://doi.org/10.1111/mec.14964>

FREITAS, D. S.; TERRY, S. A.; RIBEIRO, R. S.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; MACHADO, F. S.; CAMPOS, M. M.; CORRÊA, P. S.; ABDALLA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; CHAVES, A. V. Unconventional vegetable oils for a reduction of Methanogenesis and modulation of ruminal fermentation. **Front. Vet. Sci.** 5, 1–9. 2018. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00201>

HUYGHEBAERT, G.; DUCATELLE, R.; IMMERSEEL, F. VAN, An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. **Vet. J.** 187, 182–188. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003>

KALMOKOFF, M. L.; TEATHER, R. M.; Isolation and characterization of a bacteriocin (Butyrivibriocin AR10) from the ruminal anaerobe *Butyrivibrio fibrisolvens* AR10: evidence in support of the widespread occurrence of bacteriocin-like activity among ruminal isolates of *B. fibrisolvens*. **Appl. Environ. Microbiol.** 63, 394–402. 1997. <https://doi.org/10.1128/aem.63.2.394-402.1997>

MANI, S.; AIYEGORO, O. A.; ADELEKE, M. A., Characterization of Rumen Microbiota of Two Sheep Breeds Supplemented With Direct-Fed Lactic Acid Bacteria. **Front. Vet. Sci.** 7, 1–13. 2021. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.570074>

MOYA, A.; FERRER, M. Functional Redundancy-Induced Stability of Gut Microbiota Subjected to Disturbance. **Trends Microbiol.** 24,402–413. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.02.002>

OMONIYI, L. A.; JEWELL, K. A.; ISAH, O. A.; NEUMANN, A. P.; ONWUKA, C .F. I.; ONAGBESAN, O. M.; SUEN, G. An analysis of the ruminal bacterial microbiota in West African Dwarf sheep fed grass- and tree-based diets. **J. Appl. Microbiol.** 116, 1094–1105. 2014. <https://doi.org/10.1111/jam.12450>

PATRA, A. K.; PARK, T.; BRAUN, H. S.; GEIGER, S.; PIEPER, R.; YU, Z., ASCHENBACH, J. R. Dietary Bioactive Lipid Compounds Rich in Menthol Alter Interactions Among Members of Ruminal Microbiota in Sheep. **Front. Microbiol.** 10. 2019. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02038>.

PETRI, R. M.; VAHMANI, P.; YANG, H. E.; DUGAN, M. E. R.; MCALLISTER, T. A. Changes in Rumen Microbial Profiles and Subcutaneous Fat Composition When Feeding Extruded Flaxseed Mixed With or Before Hay. **Front. Microbiol.** 9. 2018. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01055>

QIAGEN, 2021. CLC Microbial Genomics Module [WWW Document]. Disponível em: http://resources.qiagenbioinformatics.com/manuals/clcmgm/253/index.php?manual=Introduction_CLC_Microbial_Genomics_Module.html. Acesso em 3 dez 2023..

RAVI, A.; HALSTEAD, F. D.; BAMFORD, A.; CASEY, A.; THOMSON, N. M.; VAN SCHAİK, W.; SNELSON, C.; GOULDEN, R.; FOSTER-NYARKO, E.; SAVVA, G. M.; WHITEHOUSE, T.; PALLEN, M.J.; OPPENHEIM, B.A. Loss of microbial diversity and pathogen domination of the gut microbiota in critically ill patients. **Microb. Genomics** 5. 2019. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000293>

ROSENBERG, E.; DELONG, E. F.; LORY, S., STACKEBRANDT, E.; THOMPSON, F. The prokaryotes: Firmicutes and tenericutes. *The Prokaryotes: Firmicutes and Tenericutes* 9783642301, 1–567. 2014. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30120-9>

SUGIHARTO, S. Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. **J. Saudi Soc. Agric. Sci.** 15, 99–111. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; LÓPEZ-FERRERAS, L.; SNELLING, T. J.; YÁÑEZ-RUÍZ, D. R.; GARCÍA- ESTRADA, C., LÓPEZ, S. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Sci. Rep.** 10, 1–9. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58401-z>

WANG, W.; LI, C.; LI, FADI, WANG, X.; ZHANG, X.; LIU, T.; NIAN, F.; YUE, X.; LI FEI PAN, X.; LA, Y.; MO, F.; WANG, F.; LI, B. Effects of early feeding on the host rumen transcriptome and bacterial diversity in lambs. **Sci. Rep.** 6, 32479. 2016. <https://doi.org/10.1038/srep32479>

WANG, Y.; CAO, P.; WANG, L.; ZHAO, Z.; CHEN, Y.; YANG, Y. Bacterial Community diversity associated with different levels of dietary nutrition in the rumen of sheep. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 101, 3717–3728. 2017. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8144-5>

YILMAZ, P.; PARFREY, L. W.; YARZA, P.; GERKEN, J.; PRUESSE, E.; QUAST, C.; SCHWEER, T.; PEPLIES, J.; LUDWIG, W.; GLÖCKNER, F.O. The SILVA and “all-species living tree project (LTP)” taxonomic frameworks. **Nucleic Acids Res.** gkt1209. 2013

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de óleos vegetais na dieta de ovinos emergiu como uma prática promissora para melhorar a qualidade da carne e do leite, o desempenho produtivo e a saúde geral dos animais. A revisão dos estudos e experimentos realizados aponta para uma série de benefícios derivados da adição de diferentes tipos de óleos vegetais, como canola, coco e girassol, na alimentação de ovinos.

Primeiramente, o impacto desses óleos na qualidade da carne é notável. Eles influenciam positivamente as características organolépticas, como sabor, maciez e perfil de ácidos graxos da carne, o que pode elevar o valor de mercado dos produtos ovinos. As gorduras insaturadas presentes nesses óleos contribuem para uma melhor composição lipídica da carne, aumentando os ácidos graxos essenciais, como os ômega-3 e ômega-6, que são benéficos para a saúde do consumidor. Além disso, a suplementação com óleos vegetais tem mostrado melhorias no rendimento de carcaça, proporcionando um maior aproveitamento comercial dos animais.

Do ponto de vista nutricional e metabólico, a adição de óleos vegetais na dieta dos ovinos modifica a dinâmica e a composição da microbiota ruminal. Isso resulta em uma melhor eficiência na digestão e absorção de nutrientes, refletindo diretamente na saúde e no desempenho produtivo dos animais. Essas mudanças na microbiota também podem ter efeitos benéficos na redução de emissões de metano, contribuindo para a produção animal mais sustentável e ambientalmente responsável.

No entanto, o efeito dos óleos vegetais não se limita ao desempenho produtivo e à qualidade dos produtos. Eles também desempenham um papel crucial na saúde animal, influenciando positivamente o sistema imunológico e a resistência a doenças. A modulação da microbiota intestinal e o consequente equilíbrio da saúde gastrointestinal são fatores que contribuem para um sistema imunológico robusto, minimizando ocorrências de doenças e infecções.

Apesar dos benefícios observados, ainda existem lacunas que necessitam ser exploradas em pesquisas futuras. A interação entre diferentes tipos e quantidades de óleos vegetais e a composição específica das dietas requer investigação adicional para otimizar os benefícios. Ademais, a variação individual entre os ovinos, influenciada pela genética, pela idade e pelo estado fisiológico, pode afetar a resposta à suplementação com óleos vegetais, demandando estudos mais aprofundados para entender essas diferenças.

Concluindo, a suplementação da dieta de ovinos com óleos vegetais representa uma estratégia nutricional valiosa, com impactos positivos na produção, qualidade do produto e saúde animal. Entretanto, para uma implementação eficaz e otimizada, são necessárias pesquisas adicionais que abordem as nuances dessa prática, incluindo o equilíbrio ideal de ácidos graxos, as taxas de inclusão e a interação com outros componentes da dieta. Dessa forma, poderemos maximizar os benefícios da suplementação com óleos vegetais, promovendo uma produção ovina mais eficiente, sustentável e alinhada às demandas de saúde e nutrição do século XXI.