



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LUIZ WILKER LOPES DA SILVA**

**FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS A PALMA ORELHA DE ELEFANTE  
MEXICANA (*OPUNTIA STRICTA HAW (HAW)*) NA ALIMENTAÇÃO DE  
OVINOS EM CONFINAMENTO**

**RECIFE  
2024**

**LUIZ WILKER LOPES DA SILVA**

**FONTES LIPIDICAS ASSOCIADAS A PALMA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA  
(*OPUNTIA STRICTA HAW (HAW)*) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM  
CONFINAMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco  
para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de

Carvalho Coorientadores: Prof. Dr. João Paulo I. dos S.

Monnerat

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Prof. Dr. Rui José Branquinho de Bessa

**RECIFE  
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586f

Silva, Luiz Wilker Lopes da

Fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana (*opuntia stricta haw (haw)*) na alimentação de ovinos em confinamento / Luiz Wilker Lopes da Silva. - 2024.  
110 f.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.

Coorientador: Joao Paulo Ismerio dos Santos Monnerat.

Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2024.

1. Ácidos graxos. 2. Consumo. 3. Desempenho produtivo. 4. *Opuntia* sp.. 5. Suplementação lipídica. I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Monnerat, Joao Paulo Ismerio dos Santos, coorient. III. Título

CDD 636

---



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FONTES LIPIDICAS ASSOCIADAS A PALMA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA  
(OPUNTIA STRICTA HAW (HAW)) NA ALIMENTAÇÃO DEOVINOS EM  
CONFINAMENTO

Tese elaborada por  
LUIZ WILKER LOPES DA SILVA  
Aprovado em 26/02/2024 BANCA

EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 FRANCISCO FERNANDO RAMOS DE CARVALHO  
Data: 18/04/2024 14:14:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Francisco Fernando Ramos de Carvalho (Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 ARIOSVALDO NUNES DE MEDEIROS  
Data: 18/04/2024 15:20:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Ariosvaldo Nunes de Medeiros

Documento assinado digitalmente  
 DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR  
Data: 18/04/2024 15:39:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Dorgival Moraes de Lima Júnior

Documento assinado digitalmente  
 MICHEL DO VALE MACIEL  
Data: 19/04/2024 10:35:33-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Michel do Vale Maciel

Documento assinado digitalmente  
 STELA ANTAS URBANO  
Data: 19/04/2024 09:29:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Stela Antas Urbano

A Deus por me conceder a vida e conhecimento para trilhar esse caminho,

Aos meus pais Luiz Carlos da Silva e Wilza Maria Lopes da Silva, pela constante presença e incentivo para me possibilitar essa conquista,

Ao meu filho, Luiz Miguel que me incentiva a ser o melhor exemplo possível para ele,

E a minha parceira de vida, Renata Karoline por sempre me apoiar em meio a esta jornada.

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por sempre guiar os meus caminhos, sem ele nada disso seria possível.

Agradeço a toda a força que recebi dos meus pais e família, sempre torcendo por mim e incentivando a correr atrás dos meus objetivos.

Agradeço a minha namorada/mulher que divide os dias comigo desde o primeiro dia do doutorado e sempre foi essencial para a conquista desse título.

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco, por disponibilizar a estrutura, ao programa de pós-graduação em zootecnia pela formação científica.

Em especial, ao professor Francisco Fernando Ramos de Carvalho, que me orienta desde a graduação, seguido por mestrado e doutorado, meu muito obrigado sempre.

Agradeço ao meu comitê de orientação, composto pelos professores João Paulo, Marcelo Ferreira e Rui Bessa.

Agradeço ao meu companheiro de experimento e análises, que foi de vital importância para a conclusão dessa etapa, sempre com seu bom humor e alegria. Obrigado Chico.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos diversos professores que me fizeram chegar aonde eu estou, a professora Adriana Guim por despertar o amor pela nutrição de ruminantes e metabolismo.

Aos grandes amigos da zootecnia que me acompanharam durante tanto tempo dentro da UFRPE, sem eles eu não conseguiria nunca, amigos de longa data, Ana Gabriela, Agni Martins e Elayne Soares. A velha guarda da Rural.

Os amigos que fiz pela rural toda, e como são muitos eu não vou listar aqui para não ser injusto com ninguém.

As minhas “crianças” que foram meus braços e pernas agora no final do doutorado, Deeh, Bru, Duda, JP e Hias. Obrigado por tudo.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. Os amigos resenha, Kevin, Dudu, Lypson, Izaac e mais tantos que nem dá para contar.

Obrigado a todos, vocês são muito importantes para essa conquista.

## **FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À PALMA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA (*OPUNTIA STRICTA HAW (HAW)*) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CONFINAMENTO**

**Resumo:** Diversas formas de adensamento energético dietético e modulação da fermentação ruminal foram avaliadas na alimentação de ovinos, neste sentido, a utilização de fontes lipídicas associadas a palma forrageira orelha de elefante mexicana surge como alternativa para aumento no incremento calórico de dietas, além da modulação ruminal e produção de carne com melhor perfil de ácidos graxos. Em pesquisa realizada no setor de ovinocultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), avaliou-se três dietas experimentais, compostas por percentuais fixos de 30% de Feno de Capim Tifton 85 e 30% palma orelha de elefante mexicana, e 40% de concentrado, aos quais foram adicionadas diferentes fontes lipídicas (Caroço de algodão triturado, Gérmen Integral extra gordo do milho e Película do coco seca) com base na matéria seca. As dietas eram isoprotéicas e o fornecimento de água ad libitum. Foram utilizados 39 animais, dispostos em 3 dietas experimentais denominadas a partir da inclusão da fonte lipídica, sendo elas CAT (caroço de algodão triturado), GIEM (Gérmen integral de milho extra gordo) e PCS (Película do coco seca). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, e o peso inicial dos animais foi utilizado como covariável. O consumo de matéria seca (CMS) e demais nutrientes avaliados diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os animais, os ovinos alimentados com a dieta CAT e GIEM tiveram consumo superior ao PCS para todas essas variáveis, 945g/dia e 892g/dia respectivamente. As dietas experimentais não diferiram ( $P > 0,05$ ) quanto a digestibilidade dos nutrientes, tendo por exceção o carboidrato não fibroso e o extrato etéreo, cerca de 89% de digestibilidade do EE para os animais alimentados com a dieta GIEM. Os animais alimentados com a dieta PCS apresentaram os valores mais baixos ( $P < 0,05$ ) para as eficiências de alimentação e ruminação, 0,900 e 0,417 g/min respectivamente. A performance dos animais não diferiu ( $P > 0,05$ ) em função da dieta

ofertada. Os pesos e rendimentos de carcaça dos animais consumindo o PCS foram inferiores ( $P < 0,05$ ) quando comparados as carcaças dos animais recebendo CAT e GIEM. A carcaça de ovinos alimentados com GIEM obtiveram maior pontuação quanto a medida subjetiva “acabamento” e medida objetiva índice de compacidade da carcaça. Os animais que receberam a dieta PCS apresentaram maior quantidade ( $P < 0,05$ ) de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) na carne, enquanto os animais consumindo CAT obtiveram maiores ( $P < 0,05$ ) quantidades de ácidos graxos polinsaturados na carne. A relação trans10/trans11 e a quantidade de intermediários da biohidrogenação nas carnes diferiu ( $P < 0,05$ ) em função da dieta, os ovinos da dieta GIEM obtiveram os melhores resultados. A utilização PCS promoveu aumento na atividade enzima Esteroil- CoA Desaturase (SCD). A utilização do GIEM e CAT na alimentação de ovinos promove desempenho similar e melhor qualidade da carne quanto ao perfil de ácidos graxos, quando comparados ao PCS, podendo ambos, serem utilizados associados a palma orelha de elefante mexicana na alimentação de ovinos em crescimento.

**Palavras-chave:** Ácidos graxos, Consumo, Desempenho produtivo, *Opuntia* sp. Suplementação lipídica.

## **LIPID SOURCES ASSOCIATED WITH CACTUS (*OPUNTIA STRICTA*) CLADODES IN FEEDLOT LAMBS FEEDING**

**Abstract:** Several ways of densifying dietary energy and modulating ruminal fermentation were evaluated in sheep feeding. In this sense, the use of lipid sources associated with Mexican elephant ears cactus appears as an alternative for increasing the caloric increase in diets, in addition to rumen modulation, and production of meat with a better fatty acid profile. In research carried out in the sheep farming sector of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), three experimental diets were evaluated, consisting of fixed percentages of 30% Tifton 85 grass hay and 30% Mexican elephant ear palm, and 40% concentrate, to which different lipid sources were added (crushed cottonseed, extra fat whole corn germ and dried coconut skin) based on dry matter. The diets were isoprotein and water was provided ad libitum. 39 animals were used, sold in 3 experimental diets indicated based on the inclusion of the lipid source, namely CAT (crushed cotton seed), GIEM (whole extra fat corn germ) and PCS (dry coconut skin). A very randomized experimental design was used, and the initial weight of the animals was used as a covariate. The consumption of dry matter (DMI) and other nutrients evaluated differed ( $P < 0.05$ ) between the animals, the sheep fed the CAT and GIEM diets had higher consumption than the PCS for all these variables, 945g/day, and 892g/day, respectively. The experimental diets did not differ ( $P > 0.05$ ) in terms of nutrient digestibility, with the exception of non-fibrous carbohydrate and ether extract, around 89% EE digestibility for animals fed the GIEM diet. Animals fed the PCS diet presented the lowest values ( $P < 0.05$ ) for feeding and rumination efficiencies, 0.900 and 0.417 g/min, respectively. The performance of the animals did not differ ( $P > 0.05$ ) depending on the diet offered. The weights and carcass yield of animals consuming PCS were lower ( $P < 0.05$ ) when compared to carcasses from animals receiving CAT and GIEM. The carcass of sheep fed with GIEM obtained higher scores in

terms of the subjective measure “finishing” and the objective measure of carcass compactness index. Animals that received the PCS diet had greater amounts ( $P<0.05$ ) of short-chain fatty acids (SCFA) in their meat, while animals that consumed CAT had greater ( $P<0.05$ ) pieces of polyunsaturated fatty acids in their meat. meat. The trans10/trans11 ratio and the amount of biohydrogenation intermediates in meat differed ( $P<0.05$ ) depending on the diet, sheep on the GIEM diet obtained the best results. The use of PCS promoted an increase in the activity of the enzyme stearoyl-CoA desaturase (SCD). The use of GIEM and CAT in sheep feeding promotes similar performance and better meat quality in terms of fatty acid profile, when compared to PCS, both being used in combination with Mexican elephant ear palm in feeding growing sheep.

**Keywords:** Fatty acids, Consumption, Productive performance, *Opuntia* sp., Lipid supplementation.

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

**Tabela 1.** Perfil de ácidos graxos de óleos vegetais utilizados na alimentação animal.....15

**Tabela 2.** Perfil de ácidos graxos de sementes, grãos e subprodutos utilizados na alimentação animal.....16

### CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes.....42

**Tabela 2.** Composição bromatológica dos ingredientes e dietas.....43

**Tabela 3.** Consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com fontes lipídicas associada a palma forrageira.....46

**Tabela 4.** Comportamento ingestivo, eficiências de alimentação e ruminação da MS e da FDN de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....48

**Tabela 5.** Balanço de nitrogênio de ovinos de alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....50

**Tabela 6.** Metabolitos sanguíneos e urinários de ovinos de alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....52

**Tabela 7.** Desempenho de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....54

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes.....75

**Tabela 2.** Composição bromatológica dos ingredientes e dietas.....75

**Tabela 3.** Consumo de matéria seca, proteína bruta, Extrato etéreo e energia metabolizável de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....79

**Tabela 4.** Pesos e rendimentos de carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma Orelha de Elefante Mexicana.....80

<b>Tabela 5.</b> Pesos e rendimentos de cortes comerciais de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma Orelha de elefante mexicana.....	82
<b>Tabela 6.</b> Medidas subjetivas e morfológicas da carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....	83
<b>Tabela 7.</b> Componentes não carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.....	84
<b>Tabela 8.</b> Perfil de ácidos graxos da carne (g/100g) alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.....	85
<b>Tabela 9.</b> Ácidos graxos de 18 carbonos na gordura de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.....	88
<b>Tabela 10.</b> Somatório dos grupos de ácidos graxos, relação trans10/trans11, índice de atividade da SCD-1, índice aterogênico e trombogênico da carne de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.....	89

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	4
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	6
<b>2.1 Lipídeos para animais ruminantes</b> .....	6
<b>2.2 Degradação ruminal dos lipídios e biohidrogenação</b> .....	8
<b>2.3 Suplementação lipídica em ruminantes</b> .....	10
<b>2.4 Ácidos graxos para animais ruminantes</b> .....	13
<b>2.5 Função fisiológica e metabólica dos ácidos graxos</b> .....	17
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	20
<b>CAPÍTULO I</b> .....	35
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
<b>2.1 Análises Químicas</b> .....	42
<b>2.2 Análise estatística</b> .....	45
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	54
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	55
<b>CAPÍTULO II</b> .....	69
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	72
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	74
<b>2.1 Abate</b> .....	76
<b>2.2 Análise estatística</b> .....	78
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	79
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	90
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	90

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção brasileira tem grande notoriedade no cenário mundial, e os índices de produção estão atrelados a extensão territorial do país e condições edafoclimáticas favoráveis, que possibilitam a criação de animais em condição de pastejo. O pastejo favorece produção animal de menor custo que confinamentos, contudo acarreta diminuição na produtividade por unidade de área e maior tempo de terminação dos animais (JOSÉ et al., 2022).

A produção de ovinos no Nordeste se apresenta como uma atividade com grande potencial, não só por possuir cerca de 70,6% do efetivo nacional (IBGE, 2021), como também por se tratar de um animal com maior precocidade produtiva e sendo adaptado as condições adversas da região, sendo essas adversidades, a irregularidade de chuvas e baixa disponibilidade de forragens. A irregularidade pluviométrica que acarreta diminuição na disponibilidade de forragens torna necessário a busca por alternativas que atendam às necessidades nutricionais desses animais.

Além de prejudicar a disponibilidade de forragem, a irregularidade nos pulsos de precipitação prejudica a ingestão de água, que apresenta papel extremamente relevante na criação animal, neste contexto a utilização de cactáceas tem exercido papel essencial como fonte de água via alimento, tendo a palma forrageira como principal cactácea utilizada na alimentação animal. Além de possuir cerca de 90% de água em sua constituição, ainda se caracteriza por ser um alimento rico em carboidratos solúveis (PESSOA et al., 2020).

O confinamento pode ser uma alternativa para o problema de escassez de pastagens, pois o fornecimento de dietas bem balanceadas, em que sejam utilizados volumosos de boa qualidade, oriundos de técnicas de conservação de forragem, como feno e silagem, além de grãos cereais, tendem a diminuir o tempo de terminação e produzir carne de melhor qualidade (VIEIRA et al., 2012). O aumento na demanda por proteína animal de alta qualidade, atrelado a inconstante oferta

de carne são fatores que tornam necessário a criação animal em sistema de confinamento, sendo uma solução para a irregularidade na oferta de carne (URBANO et al., 2016; VENTURINI et al., 2016).

Os triglicerídeos são os principais tipos de lipídios presentes em grão cereais e oleaginosas, enquanto os glicolipídios e fosfolipídios são encontrados em forragens (IBRAHIM et al., 2021). As bactérias *Anaerovibrio lipolytica* são responsáveis pela lipólise dos triglicerídeos, tendo como produtos intermediários os ácidos graxos e o glicerol. O glicerol liberado na lipólise é utilizado pela flora microbiana, gerando como produto, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Os ácidos graxos, sendo eles saturados (AGS) ou insaturados (AGI) resultados da lipólise ruminal em geral não são utilizados para produção de energia para os microrganismos no rúmen, sendo aproveitado pelo hospedeiro após absorção no intestino delgado, contudo ainda no rúmen podem passar pela biohidrogenação ruminal (BHR), convertendo os AGI em AGS (KOZLOSKI, 2011).

Os excessos de ácidos graxos insaturados no rúmen apresentam efeito deletério às bactérias ruminais devido à natureza anfifílica desses ácidos, causando dessa maneira processo de defaunação, como resposta adaptativa as bactérias desenvolveram o processo de biohidrogenação ruminal, convertendo AGI em AGS, tendo os ácidos esteárico (C18:0) e palmítico (C16:0) como principais ácidos resultantes deste processo. Contudo a abundância desses compostos nos produtos de origem animal é constantemente associada a problemas cardiovasculares em humanos (MAIA et al., 2007a; PALMQUIST; JENKINS, 2017).

A utilização da palma forrageira associada a suplementação lipídica interfere no processo de BHR, pois devido a seus baixos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) tem o poder de acelerar a taxa de passagem, diminuindo o tempo de adesão das bactérias as partículas alimentares, como também devido aos compostos fenólicos que a palma possui, atuando nas bactérias responsáveis pela última etapa da BHR, aumentando o fluxo de AGI e AGPI ( VASTA

et al., 2019).

Diversos alimentos utilizados na dieta de ruminantes possuem em sua constituição elevado teor de ácidos graxos, dentre eles temos o caroço de algodão, gérmen integral de milho extra gordo e produtos obtidos após o processamento do coco seco ou verde. Deste modo, tem-se por hipótese que diferentes fontes lipídicas associadas a palma forrageira orelha de elefante mexicana apresentam respostas diferentes quanto ao consumo, comportamento ingestivo, parâmetros metabólicos, desempenho, rendimentos e características de carcaça, além da qualidade da carne e perfil de ácidos graxos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Lipídeos para animais ruminantes**

Os lipídios são substâncias agrupadas em função das propriedades físicas, tendo características em comum, como insolubilidade à água, sendo comumente solúvel em solventes não polares, como o éter, clorofórmio e hexano. Deste modo podem ser classificados como simples (gorduras e ceras), complexos (fosfolipídios, glicolipídios e outros lipídios complexos) e precursores e derivados de lipídios (ácidos graxos, glicerol, esteróis, corpos cetônicos e vitamina lipossolúveis e hormônios) (RODWEL, 2021).

Dentre os lipídios simples com maior importância nutricional, as gorduras, que são formadas a partir de ésteres de ácidos graxos e glicerol, podendo ser mono, di ou triglicerídeos. As gorduras utilizadas na alimentação de ruminantes são oriundas de leguminosas, resíduos ou subprodutos vegetais, sendo comumente encontrada na natureza na sua forma líquida devido ao seu baixo ponto de fusão (SANTANA et al., 2017). Os lipídios complexos são lipídios que possuem sua composição outros compostos, além do ácido graxo e glicerol, como o ácido fosfórico

(fosfolipídios) e exercem diversas funções no organismo animal, tal como componentes de membrana celular (RODWEL, 2021).

Os precursores e derivados de lipídios são oriundos da degradação de outros lipídios ou constituem componentes formadores de outros lipídios, dentre eles temos os ácidos graxos, glicerol e os corpos cetônicos que exercem maior impacto nutricional dentro desta classe, atuando no metabolismo energético de animais ruminantes (PALMIQUIST E MATTOS, 2011).

Segundo Fiorentini et al. (2015) a adição de lipídios em dietas de ruminantes tem sido utilizada para aumentar a densidade energética, melhorar a eficiência do sistema pecuário e gerar carne de qualidade com benefícios à saúde humana. Contudo o metabolismo desse nutriente dentro do rúmen é influenciado por diversos fatores como a quantidade e perfil lipídico, tratamento químico ou físico sofrido pelo alimento, tipo de forragem ou concentrado fornecido, como também existe a possibilidade de utilização da gordura protegida, na forma de sementes de oleaginosas ou por tratamento químico com sais de cálcio (DUCKETT; GILLIS, 2010; FIORENTINI et al., 2015).

A utilização desses compostos na alimentação de ruminantes tem sido vista como uma possibilidade real de solucionar a carência energética, sem promover aumento no incremento calórico, gerado pelo processo de fermentação dos carboidratos no rúmen, como também diminui a incidência de distúrbios metabólicos causados pela utilização excessiva de carboidratos, como a acidose e a paraqueratose ruminal (KOSLOSKI, 2021).

Diversos vegetais e sementes geram óleos utilizados na alimentação de ruminantes, tais como a soja, milho, canola, girassol, linhaça, mamona, arroz e moringa. A diversidade de óleos também gera diversos perfis de ácidos graxos que podem afetar de diferentes formas a fermentação ruminal (GERMANO COSTA et al., 2009).

Diferente dos grãos de oleaginosas, os óleos são quase que totalmente hidrolisados no

rúmen, por não apresentar parede celular a ser degradada, cerca de 90% dos lipídios contido no óleo é hidrolisado gerando glicerol e ácidos graxos saturados e insaturados (KOZLOSKI, 2021).

O alto teor de gordura nas sementes de oleaginosa, que por sua vez, são cobertas por uma matriz proteica que pode impedir a liberação rápida do conteúdo lipídico no rúmen, diminuindo os efeitos adversos na digestão da fibra, levou ao aumento do uso de sementes de oleaginosa como fonte tanto de proteína, quanto de energia (RENNÓ et al., 2015). A lenta liberação de ácidos graxos no ambiente ruminal proporcionada pelo uso de sementes de oleaginosas faz com que a capacidade de biohidrogenação das bactérias não seja superada, deste modo favorecendo a digestão da fibra por diminuição do efeito deletério dos AGI nas bactérias Fibrolíticas (PALMQUIST; WEISBJERG; HVELPLUND, 1993; RENNO et al., 2015).

Contudo, a utilização de sementes de oleaginosas dificulta o processo de biohidrogenação completo, gerando menor quantidade de AGS no produto, seja ele carne ou leite, aumentando deste modo o aporte final de ácidos graxos polinsaturados e insaturados, como também dos ácidos graxos linoleicos conjugados.

## **2.2 Degradação ruminal dos lipídios e biohidrogenação**

Os lipídios que chegam ao rúmen podem ser triglicerídeos, fosfolipídios e glicolipídios, e sua proporção dentro do ambiente ruminal é influenciada pela dieta. De acordo com Palmquist e Mattos (2011) a concentração de ácidos graxos em grãos cereais é relativamente baixa, entretanto em sementes de oleaginosas podem ultrapassar 40% de lipídios em sua composição.

A hidrólise dos lipídios presente nos grãos ou oleaginosas é dependente da taxa de liberação da matriz do alimento, havendo a necessidade de degradação da parede celular. Após a degradação, os lipídios são rapidamente hidrolisados pelas bactérias lipolíticas no meio

extracelular, gerando rapidamente glicerol, ácidos graxos e galactose, a depender do tipo de lipídio hidrolisado (PALMQUIST E MATTOS, 2011).

Os ácidos graxos produzidos pela lipólise das gorduras podem ser saturados, insaturados ou polinsaturados, no entanto os dois últimos podem prejudicar a integridade da membrana plasmática de bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários (MAIA et al., 2007; ZHANG et al., 2018) então como medida protetiva, a microbiota ruminal adquiriu a capacidade de biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e polinsaturados. Este processo consiste em hidrolisar as ligações ésteres existente nos ácidos graxos a partir da liberação de algumas proteínas, reduzindo o número de duplas ligações (insaturações) por meio de redução, isomerização ou hidratação (Scollan et al., 2017), um dos principais gêneros de bactéria responsável por esse processo é o *Butyrivibrio fibrosolvens*.

De acordo com (Palmquist e Mattos et al., 2011) os ácidos graxos devem estar na sua forma livre, ou seja, não esterificado, para que ocorra a biohidrogenação. A ação de uma isomerase que transforma o ácido linoléico (C18:2 cis-9, trans12), em C18:2 cis-9, trans-11, que é um CLA. Este metabólito intermediário é rapidamente convertido em 18:1 trans-11 (Ácido vacênico) e liberado no ambiente ruminal. Posteriormente, microrganismos secundários hidrogenam a ligação trans-11 com a formação do C18:0 (Ácido esteárico).

Este último processo é inibido quando o ambiente ruminal apresenta alta concentração de AGI, o que eleva a concentração de C18:1 trans-11. O mecanismo é similar para a biohidrogenação do ácido linolênico (C18:3 n-3), que predomina nas forragens, onde a isomerase gera C18:3 cis-9, trans-11 e cis-15. No entanto, o ácido rumênico não é produzido durante a biohidrogenação do ácido  $\alpha$ -linolênico e, nesse caso, outros isômeros do CLA são formados (ALVES; BESSA, 2014; SOUZA; RIBEIRO, 2021).

A crescente necessidade de se compreender o processo da biohidrogenação esbarrava na

dificuldade de cultivo de determinadas bactérias fora do ambiente ruminal, segundo (OLIVEIRA et al., 2008) a utilização de métodos moleculares tem possibilitado a obtenção de novidades a respeito a relação entre os lipídios e os microrganismos ruminais. Com os estudos moleculares, observou-se que o número de bactérias envolvidas nos processos de biohidrogenação ruminal é maior que os mencionados por outros autores, envolvendo diversos gêneros de bactérias, tais como: *Bacteroidales*, *Clostridiales*, *Succinivibrio*, *Roseburia* e *Ruminococcaceae*, bem como *Prevotella*, *Lachnospiraceae* incertae sedis (SCOLLAN et al., 2017).

### **2.3 Suplementação lipídica em ruminantes**

Como mencionado anteriormente, os lipídios podem ser usados para aumentar o incremento energético de dietas sem elevar a produção de calor, contudo a utilização de gorduras também pode modular a fermentação ruminal para aumento na produção de propionato, pode reduzir emissão de metano e diminuir o desperdício energético que a produção de metano acarreta, além de ser uma forma de diminuir os impactos ambientais causados pela pecuária (JALČ et al., 2006).

A utilização dos ácidos graxos insaturados e poli-insaturados em rações, auxilia na diminuição da produção de metano pelas Archeas metanogênicas de duas formas, a primeira pela defaunação na população dos protozoários e das próprias Archeas, devido à natureza anfipática do AGI e AGPI, o que por sua vez aumenta quantidade de hidrogênio (H<sub>2</sub>) no ambiente ruminal, o que indiretamente propicia aumento na atividade das bactérias fermentadoras de carboidratos não estruturais (CNE) e aumento na produção de propionato, como também favorece a hidrogenação das insaturações durante o processo de biohidrogenação (BIONAZ; VARGAS-BELLO-PÉREZ; BUSATO, 2020; CZERKAWSKI; BLAXTER; WAINMAN, 1966; HEGARTY, 1999; HOOK;

WRIGHT; MCBRIDE, 2010; TOPRAK, 2015)

A suplementação lipídica pode influenciar de diversas formas o consumo de matéria seca dos animais ruminantes, tendo ciência que consumo é o principal mecanismo de obtenção de nutrientes e que o desempenho animal está diretamente relacionado ao nível de ingestão, otimizar o consumo é imprescindível para obter valores mais elevados de ganho de peso. Contudo o consumo elevado de lipídios na dieta pode promover aumento na liberação de colecistocinina (CCK), hormônio ligado a sensação de saciedade, diminuindo o consumo de alimentos (SILVA, 2011).

A relação volumoso:concentrado pode controlar as alterações que lipídios provocam sob ingestão de alimentos. Dietas que contenham maior quantidade de volumoso, tendem a alterar o consumo de forma branda, pois a taxa de passagem dos ácidos graxos para a absorção no duodeno é mais lenta. Contrariamente, o incremento de concentrado na alimentação, aumenta o fluxo de ácidos graxos e absorção pós ruminal, diminuindo significativamente o consumo por mecanismo quimiostático (CAETANO et al., 2019).

De acordo com (KOZLOSKI, 2011) dietas contendo valores inferiores a 7% de lipídios não causam efeito deletério as bactérias ruminais, não prejudicando o consumo de matéria seca, (Torral et al., 2010) já havia observado este fato, quando avaliou a utilização da suplementação com óleo de soja até o nível de 6,3% e não observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ). A utilização de suplementação lipídica na dieta de ruminantes deve ser realizada com cautela, devido aos diversos efeitos que esses compostos causam em ruminantes.

Segundo (Pazdiora et al., 2020) a utilização de lipídios na dieta de ruminantes acima de 10% do total de energia metabolizável da dieta, tende a reduzir o consumo de matéria seca, devido aos limites metabólicos da beta-oxidação, como também o limite de armazenamento no tecido adiposo.

O efeito deletério atribuído aos lipídios está relacionado ao perfil AG da fonte utilizada na suplementação, deste modo fontes lipídicas com menor taxa de liberação ou menos disponíveis a hidrólise das bactérias podem ser utilizadas em quantidades superiores.

(Rêgo et al., 2021) não observaram diferença no consumo de ovinos alimentados com até 8% de óleo residual de fritura, que possui cerca de 35% de AGS, com aproximadamente 30% de ac. palmítico (C16:0) e em maior quantidade o ácido oleico (C18:1), que por sua vez, em virtude de ser monoinsaturado é menos prejudicial as bactérias ruminais, por possuir menor quantidade de insaturações.

Os ácidos graxos que estão contidos nos lipídios complexos ou livres no alimento são utilizados pelos animais após o rúmen, servindo de fonte de energia após a absorção no enterócito. Ácidos graxos de cadeia média ou curta, são mais rapidamente metabolizados no fígado, e disponibilizam energia mais rapidamente, exercendo impacto negativo sobre o consumo de alimentos (DAYRIT, 2015).

Ácidos graxos polinsaturados são considerados tóxicos para as bactérias celulolíticas e constantemente associados à redução na digestibilidade de componentes dietéticos, que ocorre não somente em virtude da defaunação, como também pela dificuldade de adesão das bactérias as partículas alimentares em virtude do excesso de lipídios dietéticos (SILVA BASSI et al., 2012), entretanto essas alterações na digestibilidade, também estão associadas a taxa de liberação da matriz e ao tipo de ácido graxo contido no alimento.

Em trabalhos realizados anteriormente, avaliou-se diferentes fontes lipídicas na dieta de ruminantes e não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na digestibilidade das dietas. Dietas contendo de 7 a 10% de extrato etéreo foram fornecidas sem causar diminuição significativa na digestibilidade dos nutrientes, apresentando apenas aumento na digestibilidade do extrato etéreo (RÊGO et al., 2021; PEIXOTO et al., 2017; ROY; MANDAL; VAN CLEEF et al., 2016; PATRA,

2013).

Os AGMI e AGPI contidos na dieta apresentam maior toxicidade as bactérias gram-positivas, representadas no ambiente ruminal pelas bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais, Archeas metanogênicas e protozoários, como já afirmado anteriormente, partindo destes pressupostos, dietas que contenham elevado teor destes constituintes pode acarretar diminuição na degradabilidade da fração fibrosa do alimento, além de impactar o comportamento ingestivo de ruminantes (MAIA et al., 2007; ZHANG et al., 2008).

A inclusão de óleo na alimentação de ruminantes aumentou os níveis séricos da enzima aspartato aminotransferase (AST) e do colesterol em ovinos recebendo óleo de soja integral e residual na dieta de ovinos em confinamento, contudo os níveis se mantiveram na faixa de segurança descrita por (VARANIS et al., 2021) como níveis normais, as dietas testadas continham aproximadamente 8% de EE em sua composição (SCARPINO, ET AL., 2014).

## **2.4 Ácidos graxos para animais ruminantes**

Os ácidos graxos (AG) são compostos classificados como derivados de lipídios e possuem elevada importância para animais ruminantes. Estes são classificados segundo o comprimento da cadeia (curta, média, longa e muito longa), quanto a existência e geometria das saturações (saturados, insaturados e polinsaturados) (cis ou trans), existência e geometria da ramificação (Ramificado ou não ramificado) (iso ou anteiso), entre outros (BERCHIELLE, 2011).

Os ácidos graxos desempenham diversas funções fisiológicas, como armazenamento de energia, transporte de vitaminas lipossolúveis, além da síntese de hormônios (PERINI et al., 2010).

A existência de saturação na cadeia e a quantidade influenciam na classificação e função dos AG, se o ácido graxo não possui ligações duplas, tendo cadeia inteiramente linear, este é

denominado ácido graxo saturado (AGS). Quando existe uma ou mais insaturações na cadeia de um ácido graxo ele é denominado de ácido graxo insaturado (AGI), podendo ainda ser denominado de monoinsaturado (AGMI) ou polinsaturados (AGPI) (BELL et al., 1997).

Ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada são encontrados em menor quantidade na carne ou leite, pois a sua ocorrência se dá a partir de alterações na biossíntese de ácidos graxos no rúmen e não são provenientes da dieta, sendo produzidos a partir da fermentação ruminal, bactérias gram-positivas possuem maior quantidade de ácidos graxos iso, enquanto as bactérias gram-negativas possuem maior quantidade de anteiso e cadeia ímpares (VLAEMINCK et al., 2006).

A presença de ligações duplas na cadeia de carbonos de um ácido graxo pode alterar sua forma geométrica, que conseqüentemente influencia na sua funcionalidade fisiológica. Os ácidos graxos insaturados em sua maioria apresentam configuração cis, onde os hidrogênios encontram-se do mesmo lado, gerando uma “torção” na cadeia linear, deste modo apresentam menor estabilidade que AGI trans. A natureza anfifílica dos ácidos graxos, em especial a dos polinsaturados, é prejudicial a integridade da membrana plasmática das bactérias ruminais, deste modo a partir do processo de biohidrogenação, as bactérias buscam converter esses AGPI cis, em AGI trans, pois possuem maior estabilidade, tornando a membrana celular das bactérias menos flexíveis após a incorporação dos AGI (ALVES et al., 2021; BUCCIONI et al., 2012; SOUZA; RIBEIRO, 2021)

O perfil de ácidos graxos presente no tecido muscular de ruminantes é conhecido há mais de 50 anos (JENKINS et al., 2008), sabendo-se que as proporções de AG encontradas nos tecidos são influenciadas pela biohidrogenação ruminal, que por sua vez tem relação direta com a alimentação fornecida (FERLAY et al., 2017). Os diferentes óleos, sementes, grãos e farelos utilizados na alimentação dos animais ruminantes possuem perfis de ácidos graxos diferentes, como fica evidenciado na tabela 1 e 2.

**Tabela1.** Perfil de ácidos graxos de óleos vegetais utilizados na alimentação animal.

FONTES	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C22:0	C18:1 n9	C18:2 n6	C18:3 n3	AGS	AGMI	AGPI	Autores
<i>ÓLEOS</i>													
GIRASSOL	-	0,02	0,09	8,36	5,03	-	33,7	62,2	2,06	13,9	28,3	62,4	<i>Dubois et al., (2007), (Dhifi et al., 2015) ; Orsavova et al., (2015); Fonseca; e Gutierrez, (1974)</i>
SOJA	-	-	0,2	11,35	4,3	0,3	25,3	53,7	8,2	15,85	24,2	59,8	<i>Dubois et al., (2007), (Dhifi, et al., 2014), Orsavova et al., (2015), Fonseca e Gutierrez (1974)</i>
CANOLA	0,01	-	0,07	5,38	2,71	0,28	63,4	22,0	1,2	6,3	72,8	20,9	<i>Dubois et al. (2007) e Orsavova et al. (2015), Aued-pimentel et al., (2009)</i>
OLIVA	-	-	-	16,5	3,41	0,15	71,10	16,4	1,6	19,4	68,2	18	<i>Dubois et al. (2007), Dhifi, et al. (2014), Orsavova et al. (2015), Fonseca e Gutierrez (1974)</i>
COCO	6	47,7	19,9	9	3	-	6,2	2	-	92,1	6,2	1,6	<i>Dubois et al. (2007) e Orsavova et al., (2015), Fonseca e Gutierrez (1974)</i>
BABAÇU	5,9	47	18	9,0	5	-	15,1	2,6	-	83,75	13,81	3,85	<i>Martin e Guichard (1979) White (2007) Rossell (1993), Parente et al., (2020)</i>
DENDÊ	3,7	46	17,8	8,4	1,6	-	16,4	3,1	-	81,9	16,4	3,1	<i>Dubois et al. (2007) e Orsavova et al., (2015).</i>
PALMA	0,1	0,4	1,1	44,8	4,6	0,1	39,1	10,2	0,4	50,4	39,4	10,5	<i>Dubois et al. (2007) e Orsavova et al. (2015), Dhifi, et al. (2014)</i>
MILHO	-	-	-	14,3	3,33	-	38,7	44,7	1,96	13	29	58	<i>Dubois et al. (2007), Dhifi, et al. (2014), Orsavova et al., (2015), Fonseca e Gutierrez (1974), Jaocs (1985)</i>
ALGODÃO	-	-	0,8	23,91	3,1	0,15	22,86	52,68	1,32	28,04	16,78	52,8	<i>Fonseca e Gutierrez (1974), Corsini et al (2008)</i>

g/100g AG

**Tabela 2.** Perfil de ácidos graxos de sementes, grãos e subprodutos utilizados na alimentação animal.

Fontes	AGCL			Ácidos graxos insaturados						Autores
	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C22:0	C18:1 n9	C18:2 n6	C18:3 n3	
Sementes de oleaginosas										
Soja	-	0,02	0,07 - 1,05	11,04 - 14,91	3,4 - 3,9	-	22,14 - 27,31	49,40 - 53,2	4,57-6,77	<i>Mourthé et al., (2015), Oliveira et al., (2008), Peñalvo; Nurmi; Adlercreutz, (2004)</i>
Caroço de algodão	-	-	0,77 - 0,8	24,73 - 25,03	2,28 - 2,8	0,19	15,45 - 17,1	53,2 - 55,72	0,1 - 0,18	<i>Palmiquist e Mattos (2011), Bertrand et al., (2005), Gondim-Tomaz et al., (2016).</i>
Canola	0,07	0,12	0,42 - 4,3	2,88	1,46	0,01	34,36 - 59,1	5,11 - 22,8	4,56 - 8,2	<i>Chicochowski et al., (2005), Palmiquist e Mattos (2011).</i>
Girassol	-	-	0,07 - 0,1	5,5 - 10,17	5,18	-	3,6 - 22,79	21,7 - 51,86	68,5 - 6,71	<i>Palmiquist e Mattos (2011), Oliveira et al., (2007)</i>
Subprodutos e resíduos										
Gérmen de milho extra gordo	-	-	0,04	13,2	2,18	-	34,3	47,4	0,9	<i>Netto et al., (2022)</i>
Resíduo de coco	4	38	17	11,3	1,6	-	12,2	5,3	-	<i>Da Silva et al., (2022), Appaiah et al., (2014)</i>
DDGS	-	-	-	15,6	2,7	-	24,2	54,5	1,8	<i>Palmiquist e Mattos (2011)</i>

g/100g de AG

## 2.5 Função fisiológica e metabólica dos ácidos graxos

Os ácidos graxos desempenham diversas funções biológicas e são constantemente ligados ao fornecimento e reserva de energia, sendo esta função relacionada a grande quantidade de carbonos que esta biomolécula possui, além da alta estabilidade química (SOUZA; RIBEIRO, 2021; ZHANG et al., 2017)).

Os AGCM ofertados na dieta para animais ruminantes possuem elevado poder de defaunação para bactérias metanogênicas e alguns protozoários, segundo normalmente ligados a aumento do aproveitamento energético e elevação do propionato, além de promover melhoria na eficiência proteica da dieta, com a diminuição na concentração ruminal de nitrogênio amoniacal ( SZCZECOWIAK et al., 2018; FACIOLA; BRODERICK, 2014; PATRA; YU, 2013). O ácido láurico (C14:0) e o mirístico (C12:0) são os encontrados em maior frequência em alimentos utilizados na dieta de ruminantes, sendo encontrados em produtos derivados do coco e do babaçu (SILVA et al., 2022).

Alimentos ricos em AGCM são rotineiramente associados a diminuição do consumo e digestibilidade de nutrientes, devido ao seu elevador poder de defaunação, pois a diminuição de bactérias ruminais diminui a taxa de degradação da fibra, aumento o tempo de retenção ruminal e diminuição do consumo por efeito de enchimento (NEWBOLD et al., 2015; FACIOLA; BRODERICK, 2014; JOUANY; DEMEYER; GRAIN, 1988). Outro fator atrelado a diminuição do consumo se dá por mecanismos fisiológicos de saciedade, devido a não ocorrência de biohidrogenação em ácidos graxos saturados de cadeia média, o fluxo duodenal é aumentado, e consequentemente esse aumento estimula a liberação de CCK, que atua no centro da saciedade, promovendo a inibição de consumo (PALMIQUIST E MATTOS, 2011).

O ácido láurico encontrado em abundância em alimentos como coco e o babaçu, possui a

capacidade de ser absorvidos no intestino delgado sem que seja necessário a reesterificação e a formação do quilomícrons, sendo absorvidos e encaminhados ao fígado mediante sistema porta, sendo utilizado como fonte de energia via beta oxidação no tecido hepático, contudo também podendo ser incorporados pelos quilomícrons e chegar aos tecidos alvos via sistema linfático (BACH E BABAYAN, 1982; DAYRIT, 2015; PARENTE ET AL., 2020).

Como mencionado anteriormente, existem diversos tipos de ácidos graxos, podendo ser classificados a partir do número de carbonos, existência e quantidade de insaturações, possuir ramificações ou não, partindo da sua funcionalidade dentro do organismo animal e sua forma de obtenção, temos os ácidos graxos essenciais. Os ácidos graxos essenciais são assim denominados devido a sua indispensabilidade de fornecimento mediante dieta, pois o organismo de animais ruminantes não os sintetiza via biossíntese de ácidos graxos nos tecidos periféricos, os principais são os ácidos linoleico e alfa-linolênico (PALMIQUIST E MATTOS, 2011). A maior reserva energética presente nos animais ruminantes encontra-se no tecido adiposo (TA), além de possuir a maior taxa da metabólica da “síntese de novo”, também sendo o tecido periférico de maior atuação da enzima delta  $\Delta 9$  dessaturase, transformando o ácido esteárico em ácido oleico (LEHNINGER 2013; CASTILLO VARGAS, 2019).

Os ácidos graxos produzidos e armazenados no tecido adiposo, em geral atuam no controle do balanço energético de ruminantes, em condições balanceadas os ácidos graxos produzidos a partir do acetato são reesterificados e armazenados na forma de triacilgliceróis (TAG). Por outro lado, quando ocorre diminuição dos níveis plasmáticos de insulina e aumento do glucagon, os TAG são hidrolisados e os ácidos graxos são carregados ao fígado, onde ocorre a beta oxidação e produção de energia e corpos cetônicos para atendimento energético dos tecidos periféricos (LEHNINGER 2013).

O propionato também exerce função reguladora, por ser o principal substrato para

formação de glicose a partir da gliconeogênese em ruminantes, o aumento em seus níveis plasmáticos, provoca aumento na secreção de insulina pelo pâncreas, inibindo deste modo a lipólise dos TAG no tecido adiposo (LEHNINGER 2013; CHANJULA, 2017).

A atividade lipolítica e lipogênica no tecido adiposo é influenciada por diversos fatores, como atividade hormonal, restrição alimentar e o período de transição em fêmeas. No período de transição entre o parto e início da lactogênese ocorre diminuição na secreção de progesterona e aumento na secreção de prolactina e o hormônio do crescimento (GH), que por sua vez estimulam a lipólise (CONTRERAS; STRIEDER-BARBOZA; RAPHAEL, 2017). Em trabalhos anteriores, observou-se que a suplementação lipídica na dieta de ovinos e bovinos com diferentes óleos estimulou a atividade da lipoproteína lipase (LPL) responsável por hidrolisar TGL presente no tecido adiposo, desta forma promovendo de forma similar aumento na atividade lipolítica (URRUTIA; YING; HARVATINE, 2017; BAHNAMIRI et al., 2016).

O metabolismo dos ácidos graxos no tecido adiposo também é mediado por fatores ambientais, observou-se que em condições de estresse térmico promovido por temperaturas mais altas, houve estímulo a atividade lipolítica, havendo diminuição na atividade da acetil-CoA carboxilase (ACC), principal enzima responsável pela síntese de novo. Por outro lado, em estudo posterior, observou-se maior atividade enzimática da ácido graxo sintase (FAS) no verão, indicando desta forma, maior atividade lipogênica (FAYLON et al., 2015; ZACHUT et al., 2017).

Tendo em vista a importância do fígado no controle metabólico do organismo de ruminantes, é de se esperar que o tecido hepático também utilize os triacilgliceróis e ácidos graxos para diversas funções, entre elas estão a produção de energia por oxidação, síntese de fosfolípidios, colesterol e lipoproteínas. O metabolismo dos ácidos graxos no tecido hepático é influenciado pelo tamanho de cadeia do ácido graxo ofertada na alimentação animal, pois o fornecimento de ácidos graxos de cadeia longa pode influenciar na atividade de diversas enzimas hepáticas (MASHEK e

GRUMMER, 2003; MASHEK, BERTICS, GRUMMER, 2002).

Os ácidos graxos de cadeia muito longa, como o EPA e o DHA, e sua relação com os AGPI  $\omega 3$  e  $\omega 6$  atuam como importante índice de qualidade da carne. A diminuição do ômega 6 e aumento do ômega 3 tem relação com a redução de problemas cardiovasculares, incidência de câncer, obesidade, doenças autoimunes, artrite reumatoide, asma e depressão. A associação positiva entre EPA e DHA no ambiente ruminal está diretamente relacionada ao conteúdo de AGPI  $\omega 3$  no tecido muscular (LI et al., 2023; SIMOPOULOS, 2002)

O maior percentual ácidos graxos  $\omega 3$  reduz a atividade metabólica no fígado, reduzindo a atividade enzimática ácido graxo sintase e da acetil-CoA carboxilase, além de diminuir os níveis plasmáticos de lipídios de baixa densidade (LDL) e colesterol (LI ET AL., 2023).

Deste modo, fica evidente a necessidade de novos estudos em busca de elucidar os questionamentos a respeito da utilização de lipídios na alimentação de ovinos em crescimento, sob a perspectiva de melhoria do desempenho a partir do adensamento energético, como também como forma de promover a melhoria na qualidade da carne.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, M. A. M. et al. Growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood biochemistry in response to partially replacing cottonseed cake with sesame meal in a lamb feedlot diet. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 108, n. 1, p. 243–251, 1 jan. 2024.

AGWA, H. M. M. et al. Effect of replacing cottonseed meal with canola meal on growth performance, blood metabolites, thyroid function, and ruminal parameters of growing lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.

ALBA, H. D. R. et al. Protected or unprotected fat addition for feedlot lambs: Feeding behavior,

carcass traits, and meat quality. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1–16, 1 fev. 2021.

ALLEN, M. S. **Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: Integration of homeostasis and homeorhesis**. Animal. **Anais...**Cambridge University Press, 1 mar. 2020.

ALVES, S. P. et al. **Trans-10 18:1 in ruminant meats: A review**. **Lipids**John Wiley and Sons Inc, , 1 nov. 2021.

ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. The trans-10, cis-15 18:2: A missing intermediate of trans-10 shifted rumen biohydrogenation pathway? **Lipids**, v. 49, n. 6, p. 527–541, 2014.

AOAC, A. OF O. A. C. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Arlington, Virginia: [s.n.]. v. 1

APPAIAH, P. et al. Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. **JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 6, p. 917–924, 2014.

AUED-PIMENTEL, S. et al. Ácidos graxos trans em óleos vegetais refinados poli-insaturados comercializados no estado de São Paulo, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. ISSN 0101-2061, p. 646–651, 3 jan. 2009.

BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: an update. **The American journal of clinical nutrition**, p. 950–962, nov. 1982.

BAHNAMIRI, H. Z. et al. Effects of fish oil supplementation and supplementation period on adipose tissue generation sites and the gene expression of enzymes involved in metabolizing adipose tissue in Holstein bulls under various forage types. **Agri Gene**, v. 1, p. 72–78, 1 ago. 2016.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. **Conjugated Linoleic Acid: Biosynthesis and Nutritional Significance**. [s.l: s.n.].

BELL, S. J. et al. The new dietary fats in health and disease. **Journal of the American dietetic association**, v. 97, p. 280–286, 1997.

BERTRAND, J. A. et al. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, v. 88,

n. 4, p. 1470–1477, 2005.

BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. **Constraints, and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. European Journal of Lipid Science and Technology**Wiley-VCH Verlag, 1 set. 2015.

BHATT, R. S. et al. 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, 1 mar. 2020.

BIONAZ, M.; VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; BUSATO, S. **Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance. Journal of Animal Science and Biotechnology**BioMed Central Ltd, 1 dez. 2020.

BUCCIONI, A. et al. **Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. Animal Feed Science and Technology**, 1 jun. 2012.

CAETANO, M. et al. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 166–175, 1 maio 2019.

CAMPO, M. M. et al. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, n. 2, p. 185–190, set. 2013.

CASTILLO VARGAS, J. A. Función y metabolismo de ácidos grasos en el tejido adiposo y hepático de rumiantes en producción: una revisión. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 14, n. 2, p. 30–44, ago. 2019.

CATTELAM, P. M. M. et al. Componentes não-carcaça de novilhas suplementadas com diferentes fontes energéticas em pastagem de Tifton 85. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e8629109336, 23 out. 2020.

CHANJULA, P. Use of Crude Glycerin as an Energy Source for Goat Diets: A Review. **Journal of Dairy & Veterinary Sciences**, v. 2, n. 1, 12 abr. 2017.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives-An Overview of Technical Details**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/265323654>>.

CHICHLOWSKI, M. W. et al. Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 9, p. 3084–3094, 2005.

CHILLIARD, Y. et al. **Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat**. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2007.

CONTRERAS, G. A.; STRIEDER-BARBOZA, C.; RAPHAEL, W. **Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows**. **Journal of Animal Science and Biotechnology** BioMed Central Ltd., 5 maio 2017.

CRUZ, M. M. et al. Palmitoleic acid (16:1n7) increases oxygen consumption, fatty acid oxidation and ATP content in white adipocytes. **Lipids in Health and Disease**, v. 17, n. 1, 20 mar. 2018.

CZERKAWSKI, J. W.; BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. The effect of linseed oil and of linseed oil fatty acids incorporated in the diet on the metabolism of sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 20, n. 3, p. 485–494, set. 1966.

DA SILVA CORSINI, M.; JORGE, N.; MARIA RAUEN DE OLIVEIRA MIGUEL EDUARDO VICENTE, A. **PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO EM ÓLEOS DE FRITURA** *Quim. Nova*. [s.l: s.n.].

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022a.

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022b.

- DA SILVA MORGADO, E. et al. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com fontes de carboidratos associadas ao óleo de girassol** *Original Article Biosci. J.* [s.l: s.n.].
- DA SILVA, T. G. P. et al. Liver status of goats fed with cactus cladodes genotypes resistant to *Dactylopius opuntiae*. **Small Ruminant Research**, v. 198, 1 maio 2021.
- DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015a.
- DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015b.
- DHIFI, W. et al. **EFFECTS OF OLIVE DRYING AND STORAGE ON THE OXIDATIVE STATUS, AROMA, CHLOROPHYLL AND FATTY ACIDS COMPOSITION OF OLIVE OIL** *Faculty of Sciences and Arts in Balgarn PO BOX 60 Balgarn-Sabt.* [s.l: s.n.].
- DO NASCIMENTO, E. M. et al. Residual intake and body weight gain on the performance, ingestive behavior, and characteristics of longissimus muscle of Dorper × Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 192, 1 nov. 2020.
- DUBOIS, V. et al. **Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential.** *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2007.
- DUCKETT, S. K.; GILLIS, M. H. Effects of oil source and fish oil addition on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2684–2691, ago. 2010.
- FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 5088–5100, 2014.
- FAYLON, M. P. et al. Effects of acute heat stress on lipid metabolism of bovine primary

adipocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8732–8740, 1 dez. 2015.

FERLAY, A. et al. **Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: A review**. **Biochimie Elsevier B.V.**, 1 out. 2017.

FIORENTINI, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined nellore steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 7, p. 976–986, 1 jul. 2015.

FONSECA, H.; E GUTIERREZ, L. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS\*. 1974.

GERMANO COSTA, R. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra Influence of feed on the production on quality of goat milk. 2009.

GOMES, A. H. B. et al. Evaluation of hematological and biochemical parameters of bulls fed diets with different levels of free gossypol. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 2, 2014.

GONDIM-TOMAZ, R. M. A. et al. Teor de óleo e composição de ácidos graxos em sementes de diferentes genótipos de algodoeiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. DA. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. UFRGS ed. Porto alegre: [s.n.].

HEGARTY, R. S. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 8, p. 1321–1327, 1999.

HOOK, S. E.; WRIGHT, A. D. G.; MCBRIDE, B. W. **Methanogens: Methane producers of the rumen and mitigation strategies**. **Archaea**, 2010.

HOSSEIN ABADI, M. et al. The effect of different processing methods of linseed on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters and ruminant behaviour of lambs. **Veterinary Medicine and Science**, v. 9, n. 4, p. 1771–1780, 1 jul. 2023.

- IBRAHIM, N. A. et al. **Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: a review.** *Tropical Animal Health and Production* Springer Science and Business Media B.V., , 1 set. 2021.
- JALČ, D. et al. The effect of a high concentrate diet and different fat sources on rumen fermentation in vitro \*. 2006.
- JENKINS, T. C. et al. **Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem.** *Journal of Animal Science*, fev. 2008.
- JOSÉ, A. et al. **Desempenho bioeconômico e controle parasitário em ovinos terminados intensivamente a pasto utilizando torta de mamona como insumo alternativo.** Fortaleza: [s.n.].
- JOUANY, J. P.; DEMEYER, D. I.; GRAIN, J. **Effect of Defaunating the Rumen,** *Animal Feed Science and Technology*. [s.l: s.n.].
- JUNIOR, J. R. et al. Whole cottonseed in diets without roughage for feedlot lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2727–2738, 1 jul. 2015.
- KANEKO, J. J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** [s.l: s.n.]. v. 6<sup>o</sup> edição
- LADEIRA, M. M. et al. **Nutrigenomics and beef quality: A review about lipogenesis.** *International Journal of Molecular Sciences* MDPI AG, 10 jun. 2016.
- LEPLAIX-CHARLAT, L.; DURAND, D.; BAUCHART, D. Effects of Diets Containing Tallow and Soybean Oil with and Without Cholesterol on Hepatic Metabolism of Lipids and Lipoproteins in the Preruminant Calf. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 10, p. 1826–1835, 1996.
- LI, Z. et al. Rumen microbial-driven metabolite from grazing lambs potentially regulates body fatty acid metabolism by lipid-related genes in liver. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 14, n. 1, 1 dez. 2023.
- LIMA MONTELLI, N. L. L. et al. Performance, feeding behavior and digestibility of nutrients in

lambs with divergent efficiency traits. **Small Ruminant Research**, v. 180, p. 50–56, 1 nov. 2019.

LOPES CORTES, M. et al. **Therapy with omega-3 fatty acids for patients with chronic pain and anxious and depressive symptoms\*** **Uso de terapêutica com ácidos graxos ômega-3 em pacientes com dor crônica e sintomas ansiosos e depressivos**. [s.l: s.n.].

MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007a.

MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007b.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour**. [s.l.] Cambridge University Press, 2007.

MASHEK, D. G.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Metabolic fate of long-chain unsaturated fatty acids and their effects on palmitic acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2283–2289, 2002.

MASHEK, D. G.; GRUMMER, R. R. Effects of long chain fatty acids on lipid and glucose metabolism in monolayer cultures of bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 7, p. 2390–2396, 2003.

MENEZES, A. C. B. et al. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nellore bulls? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 223, p. 239–249, 1 maio 2016.

MERTENS, D. R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MICHAEL FORBES, J. **A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: Minimal total discomfort**. **Nutrition Research Reviews**, dez. 2007.

MORAIS, J. S. DE et al. Carcass traits, commercial cuts, and edible non-carcass components of lambs fed a blend of residue from the candy industry and corn gluten feed by replacing ground corn. **Small Ruminant Research**, v. 220, 1 mar. 2023.

MOREIRA, A. D. et al. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, n. 7, p. 1307–1315, 2018.

MOURTHÉ, M. H. F. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1150–1158, 2015.

NELSON, D. L. (DAVID L. et al. **Lehninger principles of biochemistry**. 6. ed. [s.l.] W.H. Freeman, 2014.

NETO, J. F. DA S. et al. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira**. Recife: Universidade federal rural de Pernambuco, programa de pós-graduação em zootecnia, 2022.

NETTO, A. J. et al. Replacing corn with full-fat corn germ in a basal diet containing cactus (*Opuntia stricta*) cladodes and sugarcane as forage sources induces milk fat depression associated with the trans-10 shift in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 288, 1 jun. 2022.

NEWBOLD, C. J. et al. **The role of ciliate protozoa in the rumen**. **Frontiers in Microbiology** Frontiers Research Foundation, 2015.

NOGUEIRA, R. G. S. et al. Methane mitigation and ruminal fermentation changes in cows fed cottonseed and vitamin E. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 6, 2020.

OLIVEIRA, M. A. et al. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos [Milk production and composition of cows fed diets with different contents of concentrate and lipids]** **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, R. L. et al. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 60, p. 169–178, 2008.

ORSAVOVA, J. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids.

**International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 12871–12890, 5 jun. 2015.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10061–10077, 1 dez. 2017.

PALMQUIST, D. L.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Ruminant, Intestinal, and Total Digestibilities of Nutrients in Cows Fed Diets High in Fat and Undegradable Protein. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 5, p. 1353–1364, 1993.

PARENTE, M. DE O. M. et al. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 160, 1 fev. 2020.

PATRA, A. K.; YU, Z. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, Fermentation, And abundance and diversity of microbial populations in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 3, p. 1782–1792, mar. 2013.

PAUDYAL, S. **Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review. Veterinary Quarterly** Taylor and Francis Ltd., 2021.

PAZDIORA, R. D. et al. SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELA SEMENTE DE CUPUAÇU (THEOBROMA GRANDIFLORUM) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS CONFINADOS/CORN GRAIN SUBSTITUTION BY CUPUAÇU SEEDS (THEOBROMA GRANDIFLORUM) IN SHEEP FEEDLOT FEED. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83513–83524, 2020.

PEIXOTO, E. L. T. et al. Residual frying oil in the diets of sheep: Intake, digestibility, nitrogen

balance and ruminal parameters. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 51–56, 1 jan. 2017.

PEÑALVO, J. L.; NURMI, T.; ADLERCREUTZ, H. A simplified HPLC method for total isoflavones in soy products. **Food Chemistry**, v. 87, n. 2, p. 297–305, set. 2004.

PERINI, J. Â. DE L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 6, p. 1075–1086, nov. 2010.

PESSOA, D. V. et al. Forage cactus of the genus *Opuntia* in different with the phenological phase: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v. 181, 1 out. 2020.

RÊGO, A. C. et al. Yellow grease in sheep diets: Intake and digestibility. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 3, p. 684–692, 2021.

RENNÓ, F. P. et al. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. **Arquivos de Zootecnia**, v. 64, p. 331–338, 2015.

RODRIGUES, T. P.; DA SILVA, T. J. P. Caracterização do processo de rigor mortis e qualidade da carne de animais abatidos no Brasil. **Arquivos de Pesquisa Anima**, v. 1, n. 2238–9970, p. 1–20, 2016.

RODWEL, V. W. **Bioquímica Ilustrada de Harper**. [s.l: s.n.]. v. 31

ROY, A.; MANDAL, G. P.; PATRA, A. K. Evaluating the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybean oil and sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, n. 1–2, p. 43–52, 23 set. 2013.

SANTANA, L. F. et al. Safflower Oil (*Carthamus tinctorius* L.) Intake Increases Total Cholesterol and LDL-cholesterol Levels in an Experimental Model of Metabolic Syndrome. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, 2017.

SANTOS, R. D. et al. **I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular Arq Bras**

**Cardiol.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.arquivosonline.com.br](http://www.arquivosonline.com.br)>.

SCOLLAN, N. D. et al. Can we improve the nutritional quality of meat? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 76, n. 4, p. 603–618, 1 nov. 2017.

SILVA BASSI, M. et al. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 353–359, 2012.

SILVA, C. F. et al. Intake, digestibility, water balance, ruminal dynamics, and blood parameters in sheep fed diets containing extra-fat whole corn germ. **Animal Feed Science and Technology**, v. 285, 1 mar. 2022.

SILVA, T. G. P. et al. Blood biochemical parameters of lambs fed diets containing cactus cladodes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 75, n. 1, p. 48–60, 2023.

SIMOPOULOS, A. P. **The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/biopha](http://www.elsevier.com/locate/biopha)>.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Cactus Cladodes Opuntia or Nopalea and By-Product of Low Nutritional Value as Solutions to Forage Shortages in Semiarid Areas. **Animals**, v. 12, n. 22, 1 nov. 2022.

SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J.; RUSSELL, J. B. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: 11. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal Animal science**, p. 3562–3577, 1992.

SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.

SOUSA, S. V. DE. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Vet. e Zootec.**, v. 29, n. 2178–3764, p. 1–12, 2022.

SOUZA, J. G. DE; RIBEIRO, C. V. D. M. Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no

perfil de ácidos graxos da carne: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e28101321039, 3 out. 2021.

SUELY MADRUGA, M. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. 2008.

SZCZECOWIAK, J. et al. Blood hormones, metabolic parameters and fatty acid proportion in dairy cows fed condensed tannins and oils blend. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 155–166, 1 jan. 2018.

TOPRAK, N. N. **Do fats reduce methane emission by ruminants? -A review Animal Science Papers and Reports**. [s.l: s.n.].

TORAL, P. G. et al. Milk fatty acid profile and dairy sheep performance in response to diet supplementation with sunflower oil plus incremental levels of marine algae. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 4, p. 1655–1667, abr. 2010.

TORAL, P. G. et al. In vitro response to EPA, DPA, and DHA: Comparison of effects on ruminal fermentation and biohydrogenation of 18-carbon fatty acids in cows and ewes. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6187–6198, 1 ago. 2017.

TORRES-GERALDO, A. et al. Effect of castration and vitamin e supplementation on carcass and meat quality of santa inês lambs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 33, n. 2, p. 96–109, 2020.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The lancet**, v. 338, p. 985–992, 1991.

URBANO, S. A. et al. Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: Carcass characteristics and tissue composition. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 165–171, 2016.

URRUTIA, N.; YING, Y.; HARVATINE, K. J. The effect of conjugated linoleic acid, acetate, and

their interaction on adipose tissue lipid metabolism in nonlactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 5058–5067, 1 jun. 2017.

VAN CLEEF, F. DE O. S. et al. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. **Small Ruminant Research**, v. 137, p. 151–156, 1 abr. 2016.

VARANIS, L. F. M. et al. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1725–1739, 2021.

VARGAS, J. E. et al. Effects of supplemental plant oils on rumen bacterial community profile and digesta fatty acid composition in a continuous culture system (RUSITEC). **Anaerobe**, v. 61, 1 fev. 2020.

VASTA, V. et al. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 5, p. 3781–3804, 1 maio 2019.

VENTURINI, R. S. et al. Consumo e desempenho de cordeiros e borregos alimentados com dietas de alto concentrado de milho ou sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1638–1646, 2016.

VIEIRA, C. et al. Effects of addition of different vegetable oils to lactating dairy ewes' diet on meat quality characteristics of suckling lambs reared on the ewes' milk. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 277–283, jul. 2012.

VIEIRA, P. A. S. et al. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883–890, 1 ago. 2017.

VLAEMINCK, B. et al. **Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review.** **Animal Feed Science and Technology**, 15 dez. 2006.

YANZA, Y. R. et al. **The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis.** *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* John Wiley and Sons Inc, , 1 set. 2021.

ZACHUT, M. et al. Seasonal heat stress affects adipose tissue proteome toward enrichment of the Nrf2-mediated oxidative stress response in late-pregnant dairy cows. *Journal of Proteomics*, v. 158, p. 52–61, 31 mar. 2017.

ZANINE, A. M. et al. Effects of cottonseed hull on intake, digestibility, nitrogen balance, blood metabolites and ingestive behavior of rams. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, 1 dez. 2023.

ZHANG, C. M. et al. Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, v. 146, n. 3–4, p. 259–269, 15 out. 2008.

ZHANG, J. et al. Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in holstein heifers. *Frontiers in Microbiology*, v. 8, n. NOV, 9 nov. 2017.

ZHANG, Z. W. et al. **Nitrocompounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review.** *Animal Feed Science and Technology* Elsevier B.V., 1 fev. 2018.

## CAPÍTULO I

---

### **Fontes lipídicas associadas a palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a utilização de fontes lipídicas associadas à palma forrageira sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, metabolitos sanguíneos e urinários, além do desempenho de ovinos em confinamento. As fontes lipídicas (caroço de algodão – CAT; gérmen integral de milho extra gordo – GIEM; película de coco seca - PCS) foram incluídas no concentrado. Palma forrageira (30% da MS) e feno de tifton

85 (30% da MS) foram ofertados na dieta totalmente misturada. Utilizou-se 39 ovinos machos castrados, dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 13 repetições por tratamento experimental. O consumo de matéria seca dos ovinos alimentados com CAT foi 6 e 32% superior ( $P < 0,001$ ) nos animais alimentados com GIEM e PCS respectivamente. Os cordeiros consumindo GIEM tiveram os menores percentuais de digestibilidade da FDNcp, aproximadamente 6% menor que os animais alimentados com CAT. Os ovinos alimentados com caroço de algodão triturado foram os mais eficientes para alimentação e ruminação da MS e da FDN. A conversão alimentar dos animais consumindo a dieta CAT foi 18% maior que os demais tratamentos, ressaltando que o ganho médio diário (GMD) dos animais recebendo PCS não diferiu dos demais tratamentos, mesmo tendo consumido menos. Com isso conclui-se que a dieta GIEM pode ser utilizada associada a palma orelha de elefante mexicana na alimentação de ovinos em crescimento.

**Palavras-chave:** Biohidrogenação, Eficiência alimentar, Lipídios, *Opuntia Stricta*.

**Abstract:** The objective was to evaluate the use of lipid sources associated with cactus on the consumption and digestibility of nutrients, ingestive behavior, nitrogen balance, blood, and urinary metabolites, in addition to the performance of sheep in confinement. Lipid sources (cotton seed – CAT; whole extra fat corn germ – GIEM; dry coconut film – PCS) were included in the concentrate. Forage cactus (30% of DM) and Tifton 85 hay (30% of DM) were offered in the fully mixed diet. 39 castrated male sheep were used, arranged in a completely randomized design (DIC) with 13 replications per experimental treatment. The dry matter intake of sheep fed CAT was 6 and 32% higher ( $P < 0.001$ ) in animals fed GIEM and PCS respectively. Lambs consuming GIEM had the lowest percentages of cpNDF digestibility, approximately 6% lower than animals fed CAT. Sheep fed with crushed cottonseed were the most efficient for feeding and ruminating DM and NDF. The food conversion ratio of animals consuming the CAT diet was 18% higher than the other treatments, highlighting that the average daily gain (ADG) of animals receiving PCS did not differ from the other treatments, even though they consumed less. With this, it is concluded that the GIEM diet can be used in combination with Mexican elephant ear palm in feeding growing sheep.

**Keywords:** Biohydrogenation, Feed efficiency, Lipids, *Opuntia Stricta*.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda pela melhoria do perfil lipídico da carne, evidência a necessidade a adoção de dietas que possibilitem o aumento na deposição de ácidos graxos polinsaturados na carne (LI et al., 2023). A intensificação da cadeia produtiva possibilita a inserção de ingredientes como sementes de oleaginosas e óleos vegetais, que além de aumentar o aporte energético da dieta, reduz o tempo de terminação, viabiliza obtenção de carcaças de melhor qualidade e minimização dos impactos que a sazonalidade produtiva (FIORENTINI et al., 2015; URBANO et al., 2016; VENTURINI et al., 2016).

O caroço de algodão, gérmen integral extra gordo do milho (GIEM) e o coco são exemplos de alimentos ricos em lipídios, mas com constituição distinta. O caroço de algodão é rico em ácido linoleico (55,72%) e palmítico (24,23%) (BERTRAND ET AL., 2005; JUNIOR ET AL., 2015; SUELY MADRUGA ET AL., 2008). O GIEM apresenta elevado teor de lipídios, tendo em sua composição elevada quantidade de linoleico (C18:2 n-6) (47,4%) e o oleico (C18:1 cis-9) (34,3%) (NETTO et al. 2022).

A película do coco é um coproduto gerado a partir do coco seco, tendo em sua composição elevado teor de ácidos graxos saturados (cerca de 60%), sendo ricos em ácido láurico (C12:0) e mirístico (C14:0). Desta forma sendo menos suscetíveis ao processo de oxidação que os monoinsaturados e polinsaturados(DA SILVA et al., 2022).

Os ácidos graxos insaturados prejudicam a integridade da membrana plasmática de bactérias gram-positivas, Archeas metanogênicas e protozoários, causando defaunação e sendo potencialmente prejudicial a digestão da fração fibrosa da dieta, desta forma modula a fermentação para produção do propionato, melhorando a eficiência energética da dieta (VARGAS et al., 2020). Neste contexto, dietas que apresentem quantidade de volumoso superior ao concentrado, tendem a ter menor eficiência energética, devido à redução no aproveitamento dos carboidratos ocasionado

pela defaunação, tendo em vista a predominância de carboidratos fibrosos nestas dietas.

Como mecanismo protetivo, a microbiota ruminal por adaptação, desenvolveu o processo de biohidrogenação ruminal (BHR), onde as bactérias buscam converter esses AGPI cis, em AGI trans, pois possuem maior estabilidade, tornando a membrana celular das bactérias menos flexíveis após a incorporação dos AGI (BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015; SCOLLAN et al., 2017; ALVES; BESSA, 2014; BUCCIONI et al., 2012; SOUZA; RIBEIRO, 2021).

O aumento no teor de lipídios da dieta provoca diminuição no consumo de matéria seca e ganho de peso, além de aumentar a conversão alimentar (ABDULLAH et al., 2024; AGWA et al., 2023; ZANINE et al., 2023), por outro lado (SILVA et al., 2022) avaliando os efeitos de diferentes níveis de substituição do milho moído pelo gérmen integral extra gordo do milho (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) na dieta de ovinos observaram que não reduziu o consumo de nutrientes, concentração de matéria seca digestível e seus componentes, não afetou o comportamento ingestivo, balanço hídrico, parâmetros ruminais e sanguíneos. Evidenciando a potencialidade de utilização na alimentação desses animais.

A utilização de palma forrageira na dieta provoca aceleração na taxa de passagem, devido ao seu menor percentual de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra fisicamente efetiva (FDNfe) que alimentos volumosos em geral, reduzindo desta forma a BHR, por proporcionar menor tempo de adesão das bactérias ruminais as partículas de alimento (SIQUEIRA et al., 2022).

As palmas pertencentes ao gênero *Opuntia* possuem compostos fenólicos que apresentam maior toxicidade para as bactérias responsáveis pela última etapa da BHR, acarretando o maior fluxo de ácidos graxos insaturados, polinsaturados e intermediários da BHR (CHILLIARD et al., 2007; VASTA et al., 2019).

Deste modo, supõe-se que a associação da palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta Haw*) com o caroço de algodão, gérmen de milho e resíduo da indústria do coco promovem

alterações no consumo de nutrientes, digestibilidade, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, metabolitos sanguíneos, urinários e desempenho de ovinos em confinamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais adotados foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA/UFRPE), sob a licença de número 143/2019. O experimento foi realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2021 no setor de caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), região metropolitana do Recife, PE.

Utilizou-se 39 ovinos mestiços, machos castrados, com 4 meses de idade e peso médio inicial aproximadamente de  $21,0 \pm 1,0$  Kg. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e o peso inicial foi utilizado como covariável.

O período experimental foi de 89 dias, sendo os 15 primeiros dias destinados à adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os 59 dias restantes para avaliação e coleta de dados. Os animais foram alojados em regime de confinamento, sob manejo uniforme em galpão coberto e higienizado, contendo baias individuais de madeira providas de comedouros e bebedouros, sendo alimentados duas vezes ao dia, às (08 e 16h) e o fornecimento de água *ad libitum*.

As dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas e isolipídicas, compostas por palma forrageira orelha de elefante mexicana (POEM), feno de capim tifton (FCT), milho grão triturado, farelo de soja, mistura mineral, caroço de algodão triturado (CAT), gérmen integral extra gordo do milho extra gordo (GIEM) e resíduo seco da indústria do coco (PCS). Previamente foi realizada a análise bromatológica dos ingredientes, para elaboração das dietas experimentais. (Tabela 1). As rações foram formuladas de forma a atender as exigências

nutricionais de ovinos pesando até 30 kg de peso corporal, visando um ganho médio diário de 200 gramas, de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2007) (Tabela 2).

Os tratamentos experimentais consistiam em: 1- Caroço de algodão triturado (CAT), Gérmen integral extra gordo do milho (GIEM) e o Resíduo seco da indústria do coco (PCS).

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes.

Composição dos ingredientes <sup>1</sup>									
Ingrediente	MS	PB	FDN	FDNcp	FDA	MM	EE	NDT	CNF
Feno de tifton	834,3	118,7	616,0	593,0	395,4	87,4	14,1	547,0	186,8
POEM	130,1	51,6	188,0	164,0	107,0	82,1	12,0	693,4	690,3
CAT	927,5	152,4	470,5	436,3	338,1	40,0	190,0	814,6	181,3
GIEM	916,7	119,0	452,6	368,9	67,6	23,8	343,8	864,4	144,5
PCS	960,7	81,3	350,6	300,0	121,0	20,6	647,6	855,0	41,1
Milho triturado	875,9	89,7	140,0	131,0	50,0	21,6	35,9	900,6	721,8
Farelo de soja	840,9	454,4	129,3	125,8	86,6	69,9	18,8	804,1	325,1

Valores apresentados em percentual (%), POEM: Palma Orelha de Elefante Mexicana, CAT: Caroço de algodão triturado, GIEM: Gérmen integral extra gordo do milho, PCS: Película do coco seca. MS: Matéria seca, PB: Proteína Bruta, FDN: Fibra em detergente neutro, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteínas, FDA: Fibra em detergente ácido, MM: Matéria Mineral, EE: Extrato Etéreo, NDT: Nutrientes digestíveis totais, CNF: Carboidratos não fibrosos.

Durante o experimento foi realizada uma amostragem tanto dos ingredientes das dietas, quanto das sobras por animal, as amostras foram pré-secas em estufa ventilada à 55°C, por 72 horas, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C para posterior análise bromatológica. O total de alimentos fornecido e sobras foi pesado diariamente para realização do ajuste de consumo com margem de 10% de sobra, com isso obtendo os valores referentes ao consumo de matéria seca e demais nutrientes.

## 2.1 Análises Químicas

Para determinação dos teores de MS, EE, PB e MM, adotou-se método 2003.05 descrito na (AOAC, 1990). A Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) por (SNIFFEN; VAN SOEST; RUSSELL, 1992). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo (SNIFFEN; VAN SOEST; RUSSELL, 1992).

**Tabela 2.** Composição bromatológica dos ingredientes e dietas.

Dietas experimentais			
Composição bromatológica dos tratamentos			
Alimento	CAT	GIEM	PCS
<i>Composição das dietas experimentais</i>			
Feno de Capim tifton <sup>1</sup>	300	300	300
Palma OEM	300	300	300
Caroço de Algodão Triturado <sup>1</sup>	255	0	0
Gérmen extra gordo do milho <sup>1</sup>	0	130	0
Película do coco seca <sup>1</sup>	0	0	65
Milho em grão triturado <sup>1</sup>	65	170	225
Farelo de soja <sup>1</sup>	75	95	105
Sal mineral <sup>1</sup>	5	5	5
Total <sup>1</sup>	1000	1000	1000
<i>Composição química das dietas</i>			
Matéria seca <sup>2</sup>	650,8	642,3	642,1
Proteína Bruta <sup>1</sup>	129,8	124,9	124,2
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	380,0	336,1	309,1
FDNcp <sup>1</sup>	356,8	281,2	289,9
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	246,7	176,2	178,9
Matéria Mineral <sup>1</sup>	72,7	69,3	69,4
Extrato Eteréo <sup>1</sup>	60,0	60,4	60,0
Nutrientes digestíveis Totais <sup>1</sup>	698,7	714,0	714,8
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	380,7	435,5	462,4
Energia Metabolizável <sup>3</sup>	1,940	1,978	1,981
<i>Perfil de ácidos graxos (g/100g)</i>			
Caprílico	0,400	0,373	0,808
Cáprico	0,154	0,151	0,467
Láurico	1,852	1,444	4,578
Mirístico	1,032	0,913	2,156
Palmítico	20,984	21,551	19,356
Esteárico	13,311	13,721	13,551
Oleico	23,803	27,286	25,877
Vacênico	1,225	1,297	1,199
Linoleico	11,976	16,031	11,316
Araquídico	1,318	1,466	1,392
Linolênico	0,632	0,697	0,662
Beênico	2,239	2,275	2,263

<sup>1</sup> g/kg, <sup>2</sup> percentual da MN, <sup>3</sup> Mcal/kg

Avaliou-se o comportamento ingestivo durante 48 horas seguidas, realizando varredura instantânea em intervalos de 10 minutos, adaptados de MARTIN; BATESON, 2007). Durante o período experimental, houve a realização de duas avaliações comportamentais, com intervalo de

18 dias entre elas. (BÜRGER et al. 2000). A partir do comportamento ingestivo foram observados os tempos despendidos para alimentação, ruminação e ócio, como também foram calculadas as eficiências de alimentação da MS (gMS/h) e da FDN (gFDN/h) (EALms e EALfdn), eficiência de ruminação na matéria seca (gMS/h) (ERuMS), eficiência de ruminação em função da FDN (gFDN/h) (ERuFDN).

O ensaio de digestibilidade ocorreu no terço final do período experimental, sendo realizado na forma de coleta total de fezes. Os animais passaram por dois dias de adaptação às bolsas coletoras e 4 dias de coleta de conteúdo fecal. Ao final do ensaio de digestibilidade, o volume total fecal foi mensurado e uma amostra representativa extraída para proceder-se as análises químicas. O coeficiente de digestibilidade aparente foi calculado seguindo a formula:  $CDA (\%) = [(nutriente\ ingerido - nutriente\ excretado) / nutriente\ ingerido] \times 100$ .

Para os cálculos referentes ao balanço de nitrogênio, foi realizada coleta total de urina usando coletores individuais por 4 dias. Após o período de 24 horas, o volume total urinário era obtido por mensuração utilizando proveta graduada, seguido pela pesagem do volume total de urina, para obtenção do peso da urina. Alíquota representativa foi amostrada diariamente, obtendo-se ao fim dos 4 dias, uma amostra composta para análises posteriores. O balanço de nitrogênio foi calculado a partir da diferença entre o total de nitrogênio consumido na dieta e o total de nitrogênio excretado via fezes e urina, de acordo com a seguinte formula:  $N-retido (g/dia) = [N-consumido - (N-fezes + N-urina)]$ (CHEN E GOMES, 1992).

O sangue foi coletado 4 horas após o fornecimento da manhã, por punção venosa da jugular, utilizando tubo Vacuteiner®, contendo o anticoagulante EDTA, imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas e coletou-se alíquotas de soro e plasma, em seguida foram acondicionadas em freezer a  $-20^{\circ} C$  para realização das Análises de bioquímica sanguínea. Os indicadores bioquímicos determinados no sangue foram: creatinina, ureia, ácido úrico, proteínas

totais, albumina, glicose, frutossamina, alanina-aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), triglicerídeos, colesterol. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), utilizando-se analisador bioquímico automatizado Labtest (Labmax 240®).

Os animais foram pesados ao início e final do período experimental para avaliação do ganho de peso total (GP) e ganho médio diário (GMD). A conversão alimentar foi obtida pela fórmula: CA= CMS/GMD.

## **2.2 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-wilk, 5% de probabilidade), para posteriormente preceder-se a análise de variância. As medias obtidas passaram pelo teste de tukey com nível máximo de significância a 5%, para avaliação estatística dos dados utilizou-se o pacote estatístico SAS 9.0.

O modelo matemático utilizado foi  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  é o valor observado pra variável dependente,  $\mu$ : Media geral,  $T_i$ : Efeito do tratamento  $i$ ,  $\beta (X_{ij} - X)$ : Efeito da covariável do peso inicial,  $e_{ij}$ : erro experimental.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos para as variáveis consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta diferiram entre as dietas experimentais, tendo a dieta CAT obtido o valor médio mais elevados (945, 874 e 125g/dia) e a PCS as menores médias (729, 680 e 93 g/dia). Os animais que receberam caroço de algodão triturado consumiram 34% e 30% a mais de fibra em detergente

neutro ( $P<0,05$ ), que o Gérmen integral extra gordo do milho e a Película de coco seca respectivamente (Tabela 3).

Os ovinos alimentados com o GIEM apresentaram consumo de CNF superior ( $P<0,05$ ) aos consumindo PCS e CAT (18,05 e 9,25%, respectivamente). A digestibilidade do EE da dieta contendo o GIEM foi 7% inferior ( $P<0,05$ ) aos demais tratamentos e a digestibilidade da FDN foi 5% menor ( $P<0,05$ ) que a dieta contendo PCS e 7% menor que o algodão triturado.

**Tabela 3.** Consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com fontes lipídicas associada a palma forrageira.

Variável	Tratamentos			EPM	Valor de P
	CAT	GIEM	PCS		
	<i>Consumo (Kg/dia)</i>				
Matéria seca	0,945a	0,892a	0,729b	0,012	<0,001
Matéria orgânica	0,874a	0,831a	0,680b	0,021	<0,001
Matéria Mineral	0,070a	0,060b	0,049c	0,002	<0,001
Proteína Bruta	0,125a	0,117a	0,093b	0,000	<0,001
Extrato Etéreo	0,057a	0,060a	0,049b	0,000	<0,001
FDNcp	0,305a	0,234b	0,189b	0,010	<0,001
Carboidrato não fibroso	0,387ab	0,419a	0,359b	0,002	<0,001
Nutrientes digestíveis totais	0,820a	0,785a	0,626b	0,425	0,591
	<i>Digestibilidade (%)</i>				
Matéria seca	82,00	82,43	81,63	0,472	0,797
Matéria orgânica	83,76	84,05	83,30	0,434	0,789
Proteína Bruta	81,82	80,413	79,03	0,707	0,279
Extrato Etéreo	96,13a	89,12b	95,24a	0,852	<0,001
FDNcp	71,77	70,88	70,33	0,924	0,756
Carboidrato não fibroso	92,79ab	93,83a	91,44b	4,026b	0,015

Nível de significância ( $P<0,05$ ).

O consumo de matéria seca mais baixo nos animais consumindo a dieta PCS deve-se ao perfil de ácidos graxos do coco, em que é predominante ácidos graxos de cadeia média (AGCM), esse tipo de ácido graxo não esterificado (AGNE) pode ser absorvido sem a necessidade de reesterificação e formação do quilomícron, sendo absorvido no enterócito com facilidade,

metabolizado no tecido hepático, deste modo gerando energia aos órgãos extra-hepáticos e atendendo a exigência energética dos animais (DAYRIT, 2015). Esse efeito é conhecido como teoria da oxidação hepática, onde o consumo de alimentos é regulado em função do maior fluxo de ácidos graxos para o tecido hepático, resultado em maior formação de ATP e supressão do consumo (ALLEN, 2020).

O consumo de proteína bruta, teve comportamento similar ao consumo de matéria seca, pois as dietas formuladas eram isoprotéicas. Comportamento similar foi observado ao incluir película de coco na dieta de ovinos. O consumo de matéria seca e de proteína bruta decresceram linearmente quando a película de coco substituiu o milho em até 20% da dieta (DA SILVA et al., 2022).

Os resultados obtidos para o consumo de EE podem ter relação com a aceitação e seletividade dos animais. A homogeneização da dieta contendo caroço de algodão triturado era menos eficiente que as demais dietas, que por vezes passava intacto pelo moinho, e tendo em vista que a gordura encontra-se no interior do caroço ou “amêndoa” possibilitando desta forma a seleção. Outro fator relacionado a aceitabilidade da dieta CAT pode estar relacionado ao gossipol, composto polifenólico presente no interior do caroço de algodão, tendo efeito tóxico, que limita sua utilização para ruminantes (GOMES et al., 2014). Esse efeito do gossipol presente caroço de algodão pode causar diarreia, e os animais associam consequências pós digestivas com características sensoriais dos ingredientes, deste modo provocando seleção (MICHAEL FORBES, 2007).

Os consumos de matéria orgânica, matéria mineral e NDT tiveram comportamento similar ao consumo de matéria seca, de modo similar o consumo de carboidratos não fibrosos na dieta GIEM foi superior aos demais, em virtude deste tratamento possuir maior percentual de CNF na sua composição.

Os resultados obtidos na dieta GIEM referentes a digestibilidade do EE foram inferiores às demais dietas devido ao consumo excessivo de EE, chegando a cerca de 9,1%. O aumento no consumo de EE e conseqüentemente o maior fluxo deste para o duodeno estão associados a diminuição na digestibilidade das gorduras (BOERMAN et al. 2015). Diversos fatores podem estar associados a digestibilidade dos lipídios, como pH e a quantidade de lipídios na dieta (KOZLOSKI, 2017).

Os ácidos graxos encontrados na dieta GIEM são predominantemente polinsaturados, que afetam negativamente a produção intestinal de quilomícrons, deste modo afetando a digestibilidade dos lipídios dietéticos (LEPLAIX-CHARLAT; DURAND; BAUCHART, 1996).

As variáveis referentes ao comportamento ingestivo não foram influenciadas pelas dietas experimentais ( $P>0,05$ ), não havendo diferença entre os tempos despendidos para alimentação, ruminação ou ócio, no entanto diferiram ( $P<0,05$ ) quanto as EALms, ERuMS e ERuFDN (Tabela 4).

**Tabela 4.** Comportamento ingestivo, eficiências de alimentação e ruminação da MS e da FDN de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Alimentação <sup>1</sup>	232,88	210,00	218,46	6,621	0,371
Ruminando <sup>1</sup>	436,75	444,81	452,69	6,37	0,605
Ócio <sup>1</sup>	770,38	785,19	768,85	9,394	0,745
Eficiência de Alimentação da MS <sup>2</sup>	4,190ab	4,396a	3,467b	0,162	0,045
Eficiência de Alimentação da FDN <sup>3</sup>	1,355a	1,151ab	0,900b	0,055	<0,001
Eficiência de Ruminação da MS <sup>2</sup>	2,166a	2,040a	1,615b	0,059	<0,001
Eficiência de Ruminação da FDN <sup>3</sup>	0,700a	0,536b	0,417c	0,025	<0,001
Tempo total de mastigação*	669,62	654,81	671,15	9,394	0,745
Tempo total de mastigação**	46,502	45,47	46,606	0,652	0,745

Nível de significância ( $P<0,05$ ), <sup>1</sup>(Min/dia), <sup>2</sup> (gMS/min); <sup>3</sup> (gFDN/min); \*(min), \*\*(%dia)

Por não haver diferença para os tempos despendidos para alimentação, a eficiência de ruminação da matéria seca tem comportamento similar ao consumo de matéria seca, no entanto a

eficiência de alimentação da FDN foi inferior.

Os animais recebendo a dieta CAT foram mais eficientes quanto a ruminação, o que pode estar relacionado ao teor de FDN nesta dieta ser 7% mais elevada, como também ao maior consumo de matéria seca desses animais. Animais de maior consumo de matéria seca, por mecanismo fisiológicos, tendem a apresentar menores tempos de ruminação com o intuito aproveitar a fração mais digestível do alimento (DO NASCIMENTO et al., 2020; LIMA MONTELLI et al., 2019).

O tempo despendido para ruminação foi de 7,5 horas por dia, em todas as dietas experimentais, valor situado abaixo dos preconizados como média diária de ruminação para um ruminante adulto, estando entre 8-9 horas, demonstrando que o teor de volumoso na dieta não foi suficiente para limitar o consumo dos animais (PAUDYAL, 2021; SOARES et al., 2023). O fator de maior impacto sobre o comportamento ingestivo de animais ruminantes é a fibra dietética e seu poder de estimular a ruminação, animais consumindo dietas que possuem teores similares de fibra fisicamente efetiva (FDNfe) despendem tempos similares de ruminação, tendo as eficiências reguladas em função do consumo (HOSSEIN ABADI et al., 2023; MERTENS, 1997).

O animais do grupo experimental CAT obtiveram maior consumo de nitrogênio ( $P < 0,05$ ), quando comparados aos grupos GIEM e PCS, cerca de 14 e 30% respectivamente (Tabela 5). Houve maior excreção urinária de nitrogênio na dieta CAT ( $P < 0,05$ ). Os animais recebendo a dieta com GIEM não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) dos que se alimentaram com CAT quanto a retenção de nitrogênio. O maior consumo de matéria seca e proteína bruta são os responsáveis pelo maior consumo de nitrogênio. A excreção de nitrogênio fecal por sua vez não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, corroborando com os resultados obtidos para a digestibilidade da proteína bruta.

O maior consumo de FDN e consumo inferior de CNF pode ter influenciado a

sincronização de energia e proteína ruminal, aumentado a absorção de nitrogênio via rúmen e consequentemente aumentando a excreção urinária.

**Tabela 5.** Balanço de nitrogênio de ovinos de alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
N-Consumido <sup>1</sup>	20,475a	18,209b	14,456c	0,569	<0,001
N-Fezes <sup>1</sup>	4,284	4,080	3,537	0,939	0,233
N-Urina <sup>1</sup>	2,008a	1,447b	1,326b	0,724	0,001
N-Retido <sup>1</sup>	14,181a	12,681a	9,591b	0,532	<0,001
N-Absorvido	16,190a	14,128a	10,918b	0,452	<0,001
N-Absorvido/N-Retido	1,144	1,119	1,142	0,001	0,042
N-retido/N-consumido <sup>2</sup>	69,267	69,213	66,186	0,002	0,818

Nível de significância (P<0,05), <sup>1</sup>g/dia, <sup>2</sup> (%).

A dieta CAT excedeu o nível máximo preconizado de consumo de nitrogênio para cordeiros (19,7 g) (NRC, 2007) (RÊGO et al., 2021), o que por sua vez explica a maior excreção urinária de nitrogênio para os animais recebendo esta dieta. A retenção de nitrogênio de ovinos recebendo aproximadamente 6% de EE na dieta com película de coco obteve resultados similares aos encontrados por (DA SILVA et al., 2022).

A excreção de compostos nitrogenados tanto pelas fezes, quanto pela urina são influenciadas pelo total de nitrogênio consumido, admitindo que a excreção seja aumentada em função do consumo (MENEZES et al., 2016), efeito observado para excreção de nitrogênio urinário. Os animais recebendo a dieta com GIEM não diferiram significativamente dos que se alimentaram com CAT quanto a retenção de nitrogênio, o que pode estar relacionado a menor excreção via urina e fezes para os animais recebendo o germen como fonte lipídica. A diminuição na excreção de nitrogênio via urina e fezes pode indicar um melhor aproveitamento dos compostos nitrogenados da dieta em função de uma melhor sincronização energia/proteína (VIEIRA et al., 2017).

Mesmo com o menor consumo de nitrogênio nos animais alimentados com a dieta PCS, não se observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para o balanço de nitrogênio. Pode-se presumir que o consumo inferior nesta dieta, limitou o potencial de ganho de peso dos animais.

Entre todos os parâmetros metabólicos avaliados, foi encontrada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) apenas para alanina aminotransferase, globulina e relação albumina globulina (Tabela 6).

Os animais alimentados com GIEM obtiveram os menores valores circulantes de alanina aminotransferase (ALT), cerca de 35% menor que os demais tratamentos. Entretanto, salienta-se que os valores encontrados se situam abaixo dos valores referência sugeridos por (Kaneko, 2007; Varanis et al., 2021), e partindo do pressuposto que apenas valores circulantes acima dos preconizados indicariam lesões hepáticas, pode-se inferir que todas as dietas experimentais utilizadas, contendo 6% de EE, não prejudicaram a função hepática (DA SILVA et al., 2021). O aumento na quantidade de ALT circulante é proporcional ao nível da lesão hepática, tendo pico de liberação entre 3 e 4 dias, voltando aos níveis normais em cerca de 14 dias (GONZÁLES; SILVA, 2017).

O nível de globulinas circulantes foi superior nos animais consumindo a dieta PCS, diminuindo a relação albumina globulina, que deveria ser de 1:1. Lesões hepáticas podem promover o aumento na circulação de imunoglobulinas e proteínas da fase aguda (THRALL et al. 2015).

**Tabela 6.** Metabolitos sanguíneos e urinários de ovinos de alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento			EPM	Valor de P
	CAT	GIEM	PCS		
Metabolitos sanguíneos					
Glicose <sup>1</sup>	42,03	41,19	40,62	1,898	0,957
Bilirrubina direta <sup>1</sup>	0,04	0,04	0,04	0,002	0,950
Bilirrubina indireta <sup>1</sup>	0,13	0,15	0,15	0,005	0,404
Bilirrubina totais <sup>1</sup>	0,18	0,20	0,19	0,007	0,496
Alanina aminotransferase <sup>2</sup>	17,65b	11,36 <sup>a</sup>	17,25b	1,088	0,020
Aspartato aminotransferase <sup>2</sup>	92,48	68,19	100,13	8,656	0,297
Gama Glutamil transferase <sup>2</sup>	37,48	39,53	36,27	1,694	0,741
Fosfatase Alcalina <sup>2</sup>	140,14	144,58	152,80	13,700	0,934
Ureia <sup>1</sup>	29,34	28,94	29,96	1,203	0,945
Creatinina <sup>1</sup>	0,68	0,67	0,73	0,021	0,490
Frutosamina <sup>3</sup>	164,75	158,90	172,17	4,150	0,442
Proteínas totais*	5,49	5,45	5,96	0,150	0,333
Ácido Úrico <sup>1</sup>	0,01	0,01	0,01	0,003	0,491
Colesterol <sup>1</sup>	38,83	36,52	37,41	1,589	0,840
Triglicerídeos <sup>1</sup>	14,64	15,39	16,70	0,869	0,638
Albumina*	2,36	2,32	2,32	0,054	0,946
Globulina*	3,18ab	3,00b	3,66a	0,112	0,042
Albumina/globulina*	0,73ab	0,79 <sup>a</sup>	0,67b	0,020	0,053
Metabolitos urinários					
Ureia <sup>1</sup>	426,35	430,89	525,20	26,964	0,255
Creatinina <sup>1</sup>	15,46	15,70	17,56	1,065	0,698
Ácido Úrico <sup>1</sup>	0,93	1,90	1,23	0,230	0,213

Nível de significância (P<0,05), <sup>1</sup> mg/dL, <sup>2</sup> U/L, <sup>3</sup>μmol/l, \*g/dL

O colesterol e os triglicerídeos são variáveis de grande importância, foi observado baixa que ambos não diferiram em virtude das dietas experimentais, além de apresentar valores séricos abaixo do sugerido por (KANEKO, 2007) e (VARANIS et al., 2021).

Os valores séricos de cordeiros alimentados com dietas contendo o mesmo genótipo de palma forrageira foram similares aos encontrados no presente estudo (SILVA et al., 2023). Deste modo pode-se presumir que as dietas experimentais contendo até 6% de EE não foram capazes de causar modificações nos parâmetros metabólicos e urinários.

Dietas contendo palma forrageira aceleram a taxa de passagem do alimento pelo rúmen podendo aumentar o fluxo duodenal de intermediários da biohidrogenação ruminal, deste modo podendo aumentar o fluxo de ácidos graxos com poder hipocolesterêmico. A palma possui composição de ácidos graxos polinsaturados, em especial, ácido linoleico, que ao sofrer biohidrogenação incompleta, pode aumentar o fluxo de ácido vacênico para a carne, sendo convertido a CLA pela enzima delta-9-dessaturase, que também possui poder hipocolesterêmico. (Wang, et al. 2008).

Dentre as variáveis de desempenho, apenas a conversão alimentar diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as fontes os animais alimentados com as diferentes fontes lipídicas, tendo as dietas CAT e PCS resultados inferiores (11% menos eficientes) na conversão da dieta em ganho de peso. A utilização de gordura na dieta de ruminantes atua melhorando a eficiência energética no rúmen, contribuindo para a maior produtividade.

Os resultados superiores obtidos pelos animais alimentados com o gérmen podem estar relacionados a associação de alguns fatores, entre eles estão a maior concentração de hidrogênio no meio ruminal, oriundo da defaunação causada pelo perfil lipídico do ingrediente, direcionando a fermentação para produção do propionato, maior quantidade de carboidratos não fibrosos na dieta que favorecem a sincronização de energia/proteína e o além do elevado teor de ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados, que tem menor impacto sobre os fatores hormonais de limitação

de consumo (FACIOLA; BRODERICK, 2014; PATRA; YU, 2013).

**Tabela 7.** Desempenho de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Peso vivo inicial <sup>1</sup>	21,62	21,51	21,50	0,266	0,822
Peso vivo final <sup>1</sup>	30,36	30,81	29,05	0,471	0,291
Ganho de Peso	8,74	9,30	7,54	5,916	0,184
Ganho médio diário <sup>1</sup>	0,148	0,157	0,128	0,006	0,097
Conversão Alimentar <sup>2</sup>	6,63b	5,89a	6,33b	0,569	0,503

Nível de significância ( $P < 0,05$ ), <sup>1</sup> Kg, <sup>2</sup> Kg/KG

A menor média de conversão alimentar obtida pelos animais consumindo o GIEM Os maiores teores de FDN na dieta provocam redução na eficiência alimentar, tendo em vista que dietas contendo maiores percentuais de FDN tendem a reduzir o consumo de matéria seca, que estar diretamente relacionado a eficiência alimentar (DA SILVA MORGADO et al., 2013).

#### 4. CONCLUSÃO

A utilização do germen integral extra gordo do milho associado a palma orelha de elefante mexicana proporcionou melhor conversão alimentar (5,89 kg/kg) e balanço de nitrogênio elevado (69,2%), além de não ter provocado alterações nos níveis séricos de diversos metabólitos sanguíneos e urinários. O comportamento ingestivo e digestibilidade da fração fibrosa da dieta também não foram influenciados. Com base nos resultados obtidos, a dieta GIEM é indicada na alimentação de ovinos em crescimento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, M. A. M. et al. Growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood biochemistry in response to partially replacing cottonseed cake with sesame meal in a lamb feedlot diet. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 108, n. 1, p. 243–251, 1 jan. 2024.
- AGWA, H. M. M. et al. Effect of replacing cottonseed meal with canola meal on growth performance, blood metabolites, thyroid function, and ruminal parameters of growing lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.
- ALBA, H. D. R. et al. Protected or unprotected fat addition for feedlot lambs: Feeding behavior, carcass traits, and meat quality. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1–16, 1 fev. 2021.
- ALLEN, M. S. **Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: Integration of homeostasis and homeorhesis**. Animal. **Anais...**Cambridge University Press, 1 mar. 2020.
- ALVES, S. P. et al. **Trans-10 18:1 in ruminant meats: A review**. **Lipids**John Wiley and Sons Inc, 1 nov. 2021.
- ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. The trans-10, cis-15 18:2: A missing intermediate of trans-10 shifted rumen biohydrogenation pathway? **Lipids**, v. 49, n. 6, p. 527–541, 2014.
- AOAC, A. OF O. A. C. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Arlington, Virginia: [s.n.]. v. 1
- APPAIAH, P. et al. Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 6, p. 917–924, 2014.
- AUED-PIMENTEL, S. et al. Ácidos graxos trans em óleos vegetais refinados poli-insaturados comercializados no estado de São Paulo, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. ISSN 0101-2061, p. 646–651, 3 jan. 2009.
- BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: an update. **The american journal of clinical nutrition**, p. 950–962, nov. 1982.

BAHNAMIRI, H. Z. et al. Effects of fish oil supplementation and supplementation period on adipose tissue generation sites and the gene expression of enzymes involved in metabolizing adipose tissue in Holstein bulls under various forage types. **Agri Gene**, v. 1, p. 72–78, 1 ago. 2016.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. **Conjugated Linoleic Acid: Biosynthesis and Nutritional Significance**. [s.l: s.n.].

BELL, S. J. et al. The new dietary fats in health and disease. **Journal of the American dietetic association**, v. 97, p. 280–286, 1997.

BERTRAND, J. A. et al. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1470–1477, 2005.

BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. **Constraints, and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat**. **European Journal of Lipid Science and Technology** Wiley-VCH Verlag, , 1 set. 2015.

BHATT, R. S. et al. 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, 1 mar. 2020.

BIONAZ, M.; VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; BUSATO, S. **Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance**. **Journal of Animal Science and Biotechnology** BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2020.

BUCCIONI, A. et al. **Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors**. **Animal Feed Science and Technology**, 1 jun. 2012.

CAETANO, M. et al. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 166–175, 1 maio 2019.

CAMPO, M. M. et al. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, n. 2, p. 185–190, set. 2013.

CASTILLO VARGAS, J. A. Función y metabolismo de ácidos grasos en el tejido adiposo y hepático de rumiantes en producción: una revisión. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 14, n. 2, p. 30–44, ago. 2019.

CATTELAM, P. M. M. et al. Componentes não-carcaça de novilhas suplementadas com diferentes fontes energéticas em pastagem de Tifton 85. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e8629109336, 23 out. 2020.

CHANJULA, P. Use of Crude Glycerin as an Energy Source for Goat Diets: A Review. **Journal of Dairy & Veterinary Sciences**, v. 2, n. 1, 12 abr. 2017.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives-An Overview of Technical Details**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/265323654>>.

CHICHLOWSKI, M. W. et al. Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 9, p. 3084–3094, 2005.

CHILLIARD, Y. et al. **Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat**. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2007.

CONTRERAS, G. A.; STRIEDER-BARBOZA, C.; RAPHAEL, W. **Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows**. **Journal of Animal Science and Biotechnology** BioMed Central Ltd., , 5 maio 2017.

CRUZ, M. M. et al. Palmitoleic acid (16:1n7) increases oxygen consumption, fatty acid oxidation and ATP content in white adipocytes. **Lipids in Health and Disease**, v. 17, n. 1, 20 mar. 2018.

CZERKAWSKI, J. W.; BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. The effect of linseed oil and of linseed oil fatty acids incorporated in the diet on the metabolism of sheep. **British Journal of Nutrition**, v.

20, n. 3, p. 485–494, set. 1966.

DA SILVA CORSINI, M.; JORGE, N.; MARIA RAUEN DE OLIVEIRA MIGUEL EDUARDO VICENTE, A. **PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO EM ÓLEOS DE FRITURA** *Quim. Nova*. [s.l: s.n.].

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022a.

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022b.

DA SILVA MORGADO, E. et al. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com fontes de carboidratos associadas ao óleo de girassol**, *Original Article Biosci. J.* [s.l: s.n.].

DA SILVA, T. G. P. et al. Liver status of goats fed with cactus cladodes genotypes resistant to *Dactylopius opuntiae*. **Small Ruminant Research**, v. 198, 1 maio 2021.

DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015a.

DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015b.

DHIFI, W. et al. **EFFECTS OF OLIVE DRYING AND STORAGE ON THE OXIDATIVE STATUS, AROMA, CHLOROPHYLL AND FATTY ACIDS COMPOSITION OF OLIVE OIL** *Faculty of Sciences and Arts in Balgarn PO BOX 60 Balgarn-Sabt*. [s.l: s.n.].

DO NASCIMENTO, E. M. et al. Residual intake and body weight gain on the performance, ingestive behavior, and characteristics of longissimus muscle of Dorper × Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 192, 1 nov. 2020.

DUBOIS, V. et al. **Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential.**

**European Journal of Lipid Science and Technology**, 2007.

DUCKETT, S. K.; GILLIS, M. H. Effects of oil source and fish oil addition on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2684–2691, ago. 2010.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 5088–5100, 2014.

FAYLON, M. P. et al. Effects of acute heat stress on lipid metabolism of bovine primary adipocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8732–8740, 1 dez. 2015.

FERLAY, A. et al. **Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: A review. Biochimie Elsevier B.V.**, , 1 out. 2017.

FIorentini, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined nellore steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 7, p. 976–986, 1 jul. 2015.

FONSECA, H.; E GUTIERREZ, L. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS\*. 1974.

GERMANO COSTA, R. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra Influence of feed on the production on quality of goat milk. 2009.

GOMES, A. H. B. et al. Evaluation of hematological and biochemical parameters of bulls fed diets with different levels of free gossypol. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 2, 2014.

GONDIM-TOMAZ, R. M. A. et al. Teor de óleo e composição de ácidos graxos em sementes de diferentes genótipos de algodoeiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. DA. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. UFRGS ed.

Porto alegre: [s.n.].

HEGARTY, R. S. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 8, p. 1321–1327, 1999.

HOOK, S. E.; WRIGHT, A. D. G.; MCBRIDE, B. W. **Methanogens: Methane producers of the rumen and mitigation strategies**. *Archaea*, 2010.

HOSSEIN ABADI, M. et al. The effect of different processing methods of linseed on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters and ruminant behavior of lambs. **Veterinary Medicine and Science**, v. 9, n. 4, p. 1771–1780, 1 jul. 2023.

IBRAHIM, N. A. et al. **Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: a review**. *Tropical Animal Health and Production*, Springer Science and Business Media B.V., , 1 set. 2021.

JALČ, D. et al. The effect of a high concentrate diet and different fat sources on rumen fermentation in vitro \*. 2006.

JENKINS, T. C. et al. **Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem**. *Journal of Animal Science*, fev. 2008.

JOSÉ, A. et al. **Desempenho bioeconômico e controle parasitário em ovinos terminados intensivamente a pasto utilizando torta de mamona como insumo alternativo**. Fortaleza: [s.n.].

JOUANY, J. P.; DEMEYER, D. I.; GRAIN, J. **Effect of Defaunating the Rumen** *Animal Feed Science and Technology*. [s.l: s.n.].

JUNIOR, J. R. et al. Whole cottonseed in diets without roughage for feedlot lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2727–2738, 1 jul. 2015.

KANEKO, J. J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. [s.l: s.n.]. v. 6<sup>o</sup> edição

LADEIRA, M. M. et al. **Nutrigenomics and beef quality: A review about lipogenesis**.

**International Journal of Molecular Sciences** MDPI AG, 10 jun. 2016.

LEPLAIX-CHARLAT, L.; DURAND, D.; BAUCHART, D. Effects of Diets Containing Tallow and Soybean Oil with and Without Cholesterol on Hepatic Metabolism of Lipids and Lipoproteins in the Preruminant Calf. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 10, p. 1826–1835, 1996.

LI, Z. et al. Rumen microbial-driven metabolite from grazing lambs potentially regulates body fatty acid metabolism by lipid-related genes in liver. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 14, n. 1, 1 dez. 2023.

LIMA MONTELLI, N. L. L. et al. Performance, feeding behavior and digestibility of nutrients in lambs with divergent efficiency traits. **Small Ruminant Research**, v. 180, p. 50–56, 1 nov. 2019.

LOPES CORTES, M. et al. **Therapy with omega-3 fatty acids for patients with chronic pain and anxious and depressive symptoms\*** **Usó de terapêutica com ácidos graxos ômega-3 em pacientes com dor crônica e sintomas ansiosos e depressivos.** [s.l.: s.n.].

MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007a.

MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007b.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour.** [s.l.] Cambridge University Press, 2007.

MASHEK, D. G.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Metabolic fate of long-chain unsaturated fatty acids and their effects on palmitic acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2283–2289, 2002.

MASHEK, D. G.; GRUMMER, R. R. Effects of long chain fatty acids on lipid and glucose metabolism in monolayer cultures of bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 7, p. 2390–2396,

2003.

MENEZES, A. C. B. et al. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nellore bulls? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 223, p. 239–249, 1 maio 2016.

MERTENS, D. R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MICHAEL FORBES, J. **A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: Minimal total discomfort.** **Nutrition Research Reviews**, dez. 2007.

MORAIS, J. S. DE et al. Carcass traits, commercial cuts, and edible non-carcass components of lambs fed a blend of residue from the candy industry and corn gluten feed by replacing ground corn. **Small Ruminant Research**, v. 220, 1 mar. 2023.

MOREIRA, A. D. et al. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, n. 7, p. 1307–1315, 2018.

MOURTHÉ, M. H. F. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1150–1158, 2015.

NELSON, D. L. (DAVID L. et al. **Lehninger principles of biochemistry**. 6. ed. [s.l.] W.H. Freeman, 2014.

NETO, J. F. DA S. et al. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.** Recife: Universidade federal rural de Pernambuco, programa de pós-graduação em zootecnia, 2022.

NETTO, A. J. et al. Replacing corn with full-fat corn germ in a basal diet containing cactus (*Opuntia stricta*) cladodes and sugarcane as forage sources induces milk fat depression associated with the trans-10 shift in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 288, 1 jun. 2022.

NEWBOLD, C. J. et al. **The role of ciliate protozoa in the rumen.** *Frontiers in Microbiology* Frontiers Research Foundation, , 2015.

NOGUEIRA, R. G. S. et al. Methane mitigation and ruminal fermentation changes in cows fed cottonseed and vitamin E. *Scientia Agricola*, v. 77, n. 6, 2020.

OLIVEIRA, M. A. et al. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos [Milk production and composition of cows fed diets with different contents of concentrate and lipids],** *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, R. L. et al. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 60, p. 169–178, 2008.

ORSAVOVA, J. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 16, n. 6, p. 12871–12890, 5 jun. 2015.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12, p. 10061–10077, 1 dez. 2017.

PALMQUIST, D. L.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Ruminant, Intestinal, and Total Digestibilities of Nutrients in Cows Fed Diets High in Fat and Undegradable Protein. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 5, p. 1353–1364, 1993.

PARENTE, M. DE O. M. et al. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. *Meat Science*, v. 160, 1 fev. 2020.

PATRA, A. K.; YU, Z. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, Fermentation, And abundance and diversity of microbial populations in vitro. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 3, p. 1782–1792, mar. 2013.

PAUDYAL, S. **Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review.** *Veterinary Quarterly*, Taylor and Francis Ltd., 2021.

PAZDIORA, R. D. et al. SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELA SEMENTE DE CUPUAÇU (THEOBROMA GRANDIFLORUM) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS CONFINADOS/CORN GRAIN SUBSTITUTION BY CUPUAÇU SEEDS (THEOBROMA GRANDIFLORUM) IN SHEEP FEEDLOT FEED. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 10, p. 83513–83524, 2020.

PEIXOTO, E. L. T. et al. Residual frying oil in the diets of sheep: Intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 30, n. 1, p. 51–56, 1 jan. 2017.

PEÑALVO, J. L.; NURMI, T.; ADLERCREUTZ, H. A simplified HPLC method for total isoflavones in soy products. *Food Chemistry*, v. 87, n. 2, p. 297–305, set. 2004.

PERINI, J. Â. DE L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 6, p. 1075–1086, nov. 2010.

PESSOA, D. V. et al. Forage cactus of the genus *Opuntia* in different with the phenological phase: Nutritional value. *Journal of Arid Environments*, v. 181, 1 out. 2020.

RÊGO, A. C. et al. Yellow grease in sheep diets: Intake and digestibility. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 3, p. 684–692, 2021.

RENNÓ, F. P. et al. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. *Archivos de Zootecnia*, v. 64, p. 331–338, 2015.

RODRIGUES, T. P.; DA SILVA, T. J. P. Caracterização do processo de rigor mortis e qualidade da carne de animais abatidos no Brasil. *Arquivos de Pesquisa Anima*, v. 1, n. 2238–9970, p. 1–20, 2016.

RODWEL, V. W. *Bioquímica Ilustrada de Harper*. [s.l: s.n.]. v. 31

ROY, A.; MANDAL, G. P.; PATRA, A. K. Evaluating the performance, carcass traits and conjugated

linoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybean oil and sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, n. 1–2, p. 43–52, 23 set. 2013.

SANTANA, L. F. et al. Safflower Oil (*Carthamus tinctorius* L.) Intake Increases Total Cholesterol and LDL-cholesterol Levels in an Experimental Model of Metabolic Syndrome. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, 2017.

SANTOS, R. D. et al. **I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular**, **Arq Bras Cardiol**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.arquivosonline.com.br](http://www.arquivosonline.com.br)>.

SCOLLAN, N. D. et al. Can we improve the nutritional quality of meat? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 76, n. 4, p. 603–618, 1 nov. 2017.

SILVA BASSI, M. et al. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 353–359, 2012.

SILVA, C. F. et al. Intake, digestibility, water balance, ruminal dynamics, and blood parameters in sheep fed diets containing extra-fat whole corn germ. **Animal Feed Science and Technology**, v. 285, 1 mar. 2022.

SILVA, T. G. P. et al. Blood biochemical parameters of lambs fed diets containing cactus cladodes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 75, n. 1, p. 48–60, 2023.

SIMOPOULOS, A. P. **The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/biopha](http://www.elsevier.com/locate/biopha)>.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Cactus Cladodes *Opuntia* or *Nopalea* and By-Product of Low Nutritional Value as Solutions to Forage Shortages in Semiarid Areas. **Animals**, v. 12, n. 22, 1 nov. 2022.

SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J.; RUSSELL, J. B. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: 11. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal Animal science**, p. 3562–3577, 1992.

SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen

balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.

SOUSA, S. V. DE. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Vet. e Zootec.**, v. 29, n. 2178–3764, p. 1–12, 2022.

SOUZA, J. G. DE; RIBEIRO, C. V. D. M. Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no perfil de ácidos graxos da carne: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e28101321039, 3 out. 2021.

SUELY MADRUGA, M. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. 2008.

SZCZECOWIAK, J. et al. Blood hormones, metabolic parameters and fatty acid proportion in dairy cows fed condensed tannins and oils blend. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 155–166, 1 jan. 2018.

TOPRAK, N. N. **Do fats reduce methane emission by ruminants? - A review Animal Science Papers and Reports**. [s.l: s.n.].

TORAL, P. G. et al. Milk fatty acid profile and dairy sheep performance in response to diet supplementation with sunflower oil plus incremental levels of marine algae. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 4, p. 1655–1667, abr. 2010.

TORAL, P. G. et al. In vitro response to EPA, DPA, and DHA: Comparison of effects on ruminal fermentation and biohydrogenation of 18-carbon fatty acids in cows and ewes. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6187–6198, 1 ago. 2017.

TORRES-GERALDO, A. et al. Effect of castration and vitamin e supplementation on carcass and meat quality of santa inês lambs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 33, n. 2, p. 96–109, 2020.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The lancet**, v. 338, p. 985–992, 1991.

URBANO, S. A. et al. Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: Carcass characteristics and tissue composition. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 165–171, 2016.

URRUTIA, N.; YING, Y.; HARVATINE, K. J. The effect of conjugated linoleic acid, acetate, and their interaction on adipose tissue lipid metabolism in nonlactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 5058–5067, 1 jun. 2017.

VAN CLEEF, F. DE O. S. et al. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. **Small Ruminant Research**, v. 137, p. 151–156, 1 abr. 2016.

VARANIS, L. F. M. et al. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1725–1739, 2021.

VARGAS, J. E. et al. Effects of supplemental plant oils on rumen bacterial community profile and digesta fatty acid composition in a continuous culture system (RUSITEC). **Anaerobe**, v. 61, 1 fev. 2020.

VASTA, V. et al. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 5, p. 3781–3804, 1 maio 2019.

VENTURINI, R. S. et al. Consumo e desempenho de cordeiros e borregos alimentados com dietas de alto concentrado de milho ou sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1638–1646, 2016.

VIEIRA, C. et al. Effects of addition of different vegetable oils to lactating dairy ewes' diet on meat quality characteristics of suckling lambs reared on the ewes' milk. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 277–283, jul. 2012.

- VIEIRA, P. A. S. et al. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883–890, 1 ago. 2017.
- VLAEMINCK, B. et al. **Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. Animal Feed Science and Technology**, 15 dez. 2006.
- YANZA, Y. R. et al. **The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, John Wiley and Sons Inc, , 1 set. 2021.
- ZACHUT, M. et al. Seasonal heat stress affects adipose tissue proteome toward enrichment of the Nrf2-mediated oxidative stress response in late-pregnant dairy cows. **Journal of Proteomics**, v. 158, p. 52–61, 31 mar. 2017.
- ZANINE, A. M. et al. Effects of cottonseed hull on intake, digestibility, nitrogen balance, blood metabolites and ingestive behaviour of rams. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, 1 dez. 2023.
- ZHANG, C. M. et al. Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 3–4, p. 259–269, 15 out. 2008.
- ZHANG, J. et al. Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in holstein heifers. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. NOV, 9 nov. 2017.
- ZHANG, Z. W. et al. **Nitrocompounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review. Animal Feed Science and Technology**, Elsevier B.V., , 1 fev. 2018.

## CAPÍTULO II

---

**A associação de fontes lipídicas e palma forrageira modifica as características da carcaça ovina e perfil de ácidos graxos na carne?**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a utilização de diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana sobre as características de carcaça e cortes, além de componentes não carcaça e perfil de ácidos graxos na carne de ovinos em confinamento. Utilizou-se 39 ovinos machos castrados em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas experimentais consistiam na adição de caroço de algodão previamente triturado (CAT), gérmen integral extra gordo do milho (GIEM) e a Película de coco seca (PCS) em três tratamentos experimentais. Os cordeiros alimentados com o tratamento GIEM obtiveram rendimento de carcaça quente (RCQ) 6 e 13 % maior que os animais alimentados com CAT e PCS respectivamente. Os cordeiros recebendo o CAT tiveram maior rendimento de paleta, peso de costela e lombo. Quanto as medidas morfométricas, os animais alimentados com a dieta GIEM apresentaram maior índice de compactidade da carcaça. As medidas da carcaça tiveram comportamento similar as medidas morfométricas, onde foi observado melhor grau de acabamento para as carcaças dos animais alimentados com gérmen. Os ovinos alimentados com gérmen integral extra gordo do milho depositaram mais gordura mesentérica e renal. Os animais alimentados com a Película de coco seca obtiveram maior deposição de ácidos graxos de cadeia média na carne e maior atividade da enzima  $\Delta 9$  dessaturase, contudo a carne dos animais alimentados com gérmen integral extra gordo do milho possuía maior percentual de CLA e ácido vacênico, menor percentual do C18:1*trans*-10 e maior quantidade de intermediários da biohidrogenação.

**Palavras-chave:** Biohidrogenação, Morfometria de corte, Rendimento de carcaça, Nutracêuticos.

**Abstract:** The objective was to evaluate the use of different lipid sources associated with the palm of the Mexican elephant's ear on carcass and cut characteristics, in addition to unloaded components and fatty acid profile in meat from sheep in confinement. 39 castrated male sheep were used in a randomized design. The experimental diets consist of the addition of previously crushed cottonseed (CAT), extra fat whole corn germ (GIEM) and dry coconut residue (PCS) in three experimental treatments. Lambs fed with the GIEM treatment had hot carcass yield (WHR) 6 and 13% higher than animals fed with CAT and PCS respectively. Lambs received from CAT had higher shoulder yield, rib and loin weight. Regarding morphometric measurements, animals fed the GIEM diet had a higher carcass compactness index. The subjective measurements of the carcass had similar behavior to the morphometric measurements, where a better level of finishing was presented for the carcasses of animals fed with germ. Sheep fed extra fat whole corn germ deposited more mesenteric and renal fat. Animals fed with dry coconut exhaust had greater deposition of medium-chain fatty acids in the meat and greater activity of the enzyme  $\Delta 9$  desaturase, however the meat of animals fed with extra-fat whole corn germ had a higher percentage of CLA and vaccenic acid, lower percentage of C18:1trans-10 and greater amount of biohydrogenation intermediates.

**Keywords:** Biohydrogenation, Cut morphometry, Carcass yield and Nutraceuticals

## 1. INTRODUÇÃO

As gorduras utilizadas na alimentação de ruminantes em geral são oriundas de sementes oleaginosas ou óleos vegetais, tendo em sua composição elevado teor de triglicerídeos e perfil lipídico extremamente variado. Desta forma a utilização desses ingredientes deve ser cautelosa, a fim de não prejudicar o bom funcionamento ruminal e manter a produtividade (SCOLLAN et al., 2017).

Os ácidos graxos insaturados prejudicam a integridade da membrana plasmática de bactérias gram-positivas, Archeas metanogênicas e protozoários, causando defaunação e sendo potencialmente prejudicial a digestão da fração fibrosa da dieta, desta forma modulando a fermentação para produção do propionato (VARGAS et al., 2020).

A microbiota ruminal por adaptação, desenvolveu o processo de biohidrogenação ruminal (BHR), onde as bactérias buscam converter esses AGPI cis, em AGI trans, pois possuem maior estabilidade, tornando a membrana celular das bactérias menos flexíveis após a incorporação dos AGI, tendo ao final da rota de biohidrogenação um composto totalmente saturado, como ácido esteárico (C18:0) (BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015; SCOLLAN et al., 2017).

Os alimentos de origem animal, rotineiramente associados a problemas carcinogênicos e a doenças cardiovasculares, possuem perfil lipídico composto em sua maioria por ácidos graxos saturados. O aumento na demanda pela melhoria deste perfil lipídico torna necessário a adoção de estratégias que favoreçam o aumento na deposição de ácidos graxos polinsaturados da carne (LI et al., 2023). A intensificação da cadeia produtiva possibilita a inserção de sementes oleaginosas e óleos vegetais, que além de aumentar o aporte energético da dieta, reduz o tempo de terminação, viabiliza obtenção de carcaças de melhor qualidade e minimização dos impactos que a sazonalidade produtiva (FIORENTINI ET AL., 2015; URBANO ET AL., 2016; VENTURINI ET AL., 2016).

O caroço de algodão, gérmen integral extra gordo do milho (GIEM) e o coco são exemplos de alimentos ricos em lipídios, mas com constituição distinta. O caroço de algodão possui perfil de ácidos graxos rico em ácido linoleico (55,72%) e palmítico (24,23%) (JUNIOR ET AL., 2015).

O GIEM é um coproduto derivado da moagem úmida do milho, que apresenta elevado teor de lipídios, tendo em sua concentração elevada quantidade de ácidos graxos, entre eles o linoleico (C18:2 n-6) e o oleico (C18:1 cis-9), por ser encontrado na forma sólida, permite fácil incorporação aos demais constituintes da ração, além de possuir alta estabilidade oxidativa, reduzindo a possibilidade de rancificação (NETTO et al. 2022).

A torta de coco e o resíduo da indústria do coco são coprodutos gerados a partir do coco seco, tendo em sua composição elevado teor de ácidos graxos saturados (cerca de 60%), sendo ricos em ácido láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), desta forma, o lipídio presente nos produtos oriundos do coco são menos suscetíveis ao processo de oxidação que os monoinsaturados e polinsaturados (DA SILVA ET AL., 2022).

A utilização de palma forrageira na dieta provoca aceleração na taxa de passagem, devido ao seu menor percentual de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra fisicamente efetiva (FDNfe), reduzindo desta forma a BHR, por proporcionar menor tempo de adesão das bactérias ruminais às partículas de alimento. As plantas do gênero *Opuntia* possuem compostos fenólicos que apresentam maior toxicidade para as bactérias responsáveis pela última etapa da BHR, acarretando o maior fluxo de ácidos graxos insaturados, favorecendo a deposição ácidos graxos monoinsaturados como o palmitoléico (C16:1), oleico (C18:1) e vacênico (C18:1, trans-11) (VASTA et al., 2019).

O C16:1 promove melhoria na ação da insulina no músculo, previne a ocorrência de esteatose hepática, além de ter efeito benéfico nas células beta-pancreáticas, músculo e fígado (CRUZ et al., 2018).

Tem-se por hipótese que a associação da palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw (Haw)) com o caroço de algodão, gérmen de milho ou resíduo seco da indústria do coco promovem melhorias nas características de carcaça, qualidade e perfil lipídico da carne de ovinos em confinamento.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA/UFRPE), sob a licença de número 143/2018, e estão de acordo com as normas vigentes do Brasil, estando livre de desconforto, fome e sede. O experimento foi realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2021 no setor de caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), região metropolitana do Recife, PE.

Utilizou-se 39 ovinos Santa Inês, machos castrados, com 4 meses de idade e peso médio inicial aproximadamente de  $21,0 \pm 1,0$  Kg. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com período experimental de 89 dias, sendo os 30 primeiros dias destinados à adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os 59 dias restantes para avaliação e coleta de dados.

Os animais foram alocados casualmente em três tratamentos e 13 repetições, sendo o peso inicial utilizado como covariável. Os animais foram dispostos em baias individuais providas de comedouros e bebedouros, em galpão cobertos. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às (08 e 16 h) e o fornecimento de água ad libitum.

As dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas, compostas por palma forrageira orelha de elefante mexicana, feno de capim tifton, milho moído, farelo de soja, mistura mineral, caroço de algodão triturado, gérmen de milho extra gordo e Película de coco seca. Para elaboração de uma dieta balanceada, de modo a atender as exigências nutricionais

dos animais, foi realizada análise química dos ingredientes (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes.

Composição dos ingredientes (%)									
Ingrediente	MS	PB	FDN	FDNcp	FDA	MM	EE	NDT	CNF
Feno de tifton	834,3	118,7	616,0	593,0	395,4	87,4	14,1	547,0	186,8
POEM	130,1	51,6	188,0	164,0	107,0	82,1	12,0	693,4	690,3
CAT	927,5	152,4	470,5	436,3	338,1	40,0	190,0	814,6	181,3
GIEM	916,7	119,0	452,6	368,9	67,6	23,8	343,8	864,4	144,5
PCS	960,7	81,3	350,6	300,0	121,0	20,6	647,6	855,0	41,1
Farelo de Milho	875,9	89,7	140,0	131,0	50,0	21,6	35,9	900,6	721,8
Farelo de soja	840,9	454,4	129,3	125,8	86,6	69,9	18,8	804,1	325,1

Valores apresentados em percentual (%), POEM: Palma Orelha de Elefante Mexicana, CAT: Carço de algodão triturado, GIEM: Gérmen integral extra gordo do milho, PCS: Película do coco seca. MS: Matéria seca, PB: Proteína Bruta, FDN: Fibra em detergente neutro, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteínas, FDA: Fibra em detergente ácido, MM: Matéria Mineral, EE: Extrato Etéreo, NDT: Nutrientes digestíveis totais, CNF: Carboidratos não fibrosos.

Os tratamentos experimentais consistem em: Carço de algodão triturado (CAT), Gérmen integral de milho extra gordo (GMEG) e o Resíduo seco da indústria do coco (PCS). Durante o experimento foi realizada uma amostragem tanto dos ingredientes das dietas, quanto das sobras por animal, as amostras foram pré-secas em estufa ventilada à 55°C, por 72 horas, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C para posterior análise bromatológica.

**Tabela 2.** Composição bromatológica dos ingredientes e dietas.

Dietas experimentais			
Composição bromatológica dos tratamentos			
Alimento	CAT	GIEM	PCS
<i>Composição das dietas experimentais</i>			
Feno de Capim tifton <sup>1</sup>	300	300	300
Palma OEM <sup>1*</sup>	300	300	300
Carço de Algodão Triturado <sup>1</sup>	255	0	0
Gérmen extra gordo do milho <sup>1</sup>	0	130	0
Película do coco seca <sup>1</sup>	0	0	65
Milho em grão triturado <sup>1</sup>	65	170	225
Farelo de soja <sup>1</sup>	75	95	105
Sal mineral <sup>1</sup>	5	5	5
Total <sup>1</sup>	1000	1000	1000
<i>Composição química das dietas</i>			
Matéria seca <sup>2</sup>	650,8	642,3	642,1
Proteína Bruta <sup>1</sup>	129,8	124,9	124,2
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	380,0	336,1	309,1
FDNcp <sup>1</sup>	356,8	281,2	289,9
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	246,7	176,2	178,9

Matéria Mineral <sup>1</sup>	72,7	69,3	69,4
Extrato Eteréo <sup>1</sup>	60,0	60,4	60,0
Nutrientes digestíveis Totais <sup>1</sup>	698,7	714,0	714,8
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	380,7	435,5	462,4
Energia Metabolizável <sup>3</sup>	1,940	1,978	1,981
<i>Perfil de ácidos graxos (g/100g)</i>			
Caprílico	0,400	0,373	0,808
Cáprico	0,154	0,151	0,467
Láurico	1,852	1,444	4,578
Mirístico	1,032	0,913	2,156
Palmítico	20,984	21,551	19,356
Esteárico	13,311	13,721	13,551
Oleico	23,803	27,286	25,877
Vacênico	1,225	1,297	1,199
Linoleico	11,976	16,031	11,316
Araquídico	1,318	1,466	1,392
Linolênico	0,632	0,697	0,662
Beénico	2,239	2,275	2,263

<sup>1</sup> g/kg, <sup>2</sup> percentual da MN, <sup>3</sup> Mcal/kg, \*OEM: Orelha de elefante

mexicana.

O total de alimentos fornecido e sobras foi pesado diariamente para realização do ajuste de consumo com margem de 10% de sobra, com isso obtendo os valores referentes ao consumo de matéria seca e demais nutrientes.

## 2.1 Abate

Ao final do experimento, os animais foram abatidos, seguindo as normas do RIISPOA (Brasil, 2000). Imediatamente antes ao abate, foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), a perda de peso pelo jejum (PJ%), foi calculada através da fórmula  $PJ (\%) = PCF - PCA/PCA \times 100$ . Após a obtenção do PCA, foram insensibilizados pelo método percussivo não penetrativo, na sequência procedeu-se a sangria e evisceração manual. Seguida da esfolagem e evisceração, foram retiradas cabeça, patas e cauda para a determinação do peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, a vesícula biliar, a bexiga e o trato gástrico e intestinal foram pesados cheios e, em seguida, esvaziados, lavados e novamente pesados, para determinação do peso do corpo vazio (PCVZ).

Após 24 horas em câmara fria a 4°C as carcaças foram pesadas para obtenção do peso

da carcaça fria (PCF). Para avaliação de pH e a temperatura da carcaça foram realizadas leituras às (0 e 24 h) post mortem, no músculo *Longissimus dorsi*, com o auxílio de pHmetro e termômetro digitais segundo metodologia descrita por Rodrigues et al. (2008). Já as perdas por resfriamento (PR %) foram quantificadas através da fórmula: (%) PR =  $(PCQ - PCF/PCQ) \times 100$ . O rendimento biológico ou verdadeiro, rendimento da carcaça quente e rendimento da carcaça fria foram determinados pelas seguintes fórmulas: %RV =  $PCQ/PCVZ \times 100$ , %RCQ =  $PCQ/PCA \times 100$  e %RCF =  $PCF/PCA \times 100$ , respectivamente.

As medidas morfométricas nas carcaças avaliadas foram: comprimento interno da carcaça (CIC), comprimento externo da carcaça (CEC), comprimento da perna (CP), perímetro do tórax (PT), perímetro da garupa (PG), profundidade do tórax (Pr.T), largura do tórax (LT) e largura da garupa (LG). Após a obtenção das medidas morfométricas, os índices de compacidade da carcaça (ICC (kg/cm) = Peso de carcaça fria/comprimento interno da carcaça) e o índice de compacidade da perna (ICP (cm/cm) = Largura da garupa/comprimento da perna), foram calculados segundo metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

Além disso, foi determinada subjetivamente, a conformação da carcaça, atribuindo-se nota de 1 (ruim) a 5 (excelente); acabamento com nota de 1 (gordura ausente) a 5 (gordura excessiva) com escala de 0,5; e a quantidade de gordura pélvico-renal atribuindo nota de 1 a 3, as carcaças atribuídas nota 1, continham pouca gordura, e as que receberam nota 3, continham grande quantidade de gordura pélvico-renal (CEZAR E SOUZA 2007).

As meias carcaças esquerdas foram seccionadas em seis regiões anatômicas que constituem os cortes cárneos, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007), obtendo assim o pescoço, paleta, costilhar, que foi dividida ao meio com um corte transversal, subdividindo-a em costela superior e costela inferior, lombo, perna e serrote.

Os componentes não carcaça foram obtidos seguindo o esquema proposto por Silva Sobrinho e Gonzaga Neto (2001), a partir da pesagem dos órgãos, sistema reprodutor, trato

gástrico e intestinal, sangue, cabeça, pele, patas, gordura interna e perirrenal.

Para obtenção do perfil de ácidos graxos da carne foi utilizado 50g do musculo *Longissimus lumborum*, que foi acondicionado em placas de petri, mantidas em freezer (-20 °C) para possibilitar a liofilização e posterior determinação do perfil de ácidos graxos. A liofilização foi realizada no Laboratório de nutrição animal da UFRPE com recurso a um liofilizador de bancada e as amostras, posteriormente, conservadas em freezer a (-20 °C) para envio ao laboratório do centro de investigação interdisciplinar em sanidade animal (CIISA) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia a gás, usando-se o equipamento Varian 431-GC e espectrofotômetro de massa Varian 220-MS, em uma coluna capilar Zebron ZB-5MS Phenomenex (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). A identificação dos ácidos graxos foi feita a partir do tempo de retenção dos picos de ésteres metílicos, comparação das massas com o padrão certificado por Supelco Analytical® e cálculos das áreas dos picos utilizando o programa computacional Varian-GC Workstation versão 6.9.3. a quantificação foi feita por normalização das áreas dos ésteres metílicos e os resultados, expressos em percentual de área.

## 2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-wilk, 5% de probabilidade), para posteriormente preceder-se a análise de variância. As médias obtidas passaram pelo teste de Tukey com nível máximo de significância a 5%, adotou-se a tendencia para valores médios entre 5 e 10%, para avaliação estatística dos dados utilizou-se o pacote estatístico SAS 9.0.

O modelo matemático utilizado foi  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  é o valor observado pra variável dependente,  $\mu$ : Media geral,  $T_i$ : Efeito do tratamento  $i$ ,  $\beta (X_{ij} - X)$ : Efeito da covariável do peso inicial,  $e_{ij}$ : erro experimental.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais alimentados com a dieta contendo Película de coco seca obtiveram valores inferiores ( $P < 0,05$ ) que os demais animais do experimento para todas as variáveis avaliadas na carcaça, podendo ser justificada pelo menor ganho de peso. Este efeito pode ser atribuído ao aproveitamento dos ácidos graxos de cadeia média presentes no resíduo de coco, principalmente o ácido láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), ambos relacionados ao fornecimento de energia de forma mais rápida que os ácidos graxos de cadeia longa (DAYRIT, 2015). Enquanto dietas que contêm maior quantidade de FDN propiciam redução na eficiência alimentar (DA SILVA MORGADO et al., 2013).

**Tabela 3.** Consumo de matéria seca, proteína bruta, Extrato etéreo e energia metabolizável de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GMEG	PCS	EPM	
	Consumo (Kg/dia)				
Matéria seca	0,945 <sup>a</sup>	0,892a	0,729b	0,023	<0,001
Proteína Bruta	0,125a	0,117a	0,093b	0,004	<0,001
Extrato Etéreo	0,057a	0,060a	0,049b	0,003	<0,001
Energia metabolizável <sup>1</sup>	2,405	2,435	2,426	0,425	0,591
Ganho médio diário	0,148	0,157	0,128	0,006	0,097
Conversão Alimentar <sup>2</sup>	6,63b	5,89a	6,33b	0,183	0,017

Diferença significativa ( $P < 0,05$ ), <sup>1</sup> Mcal/dia, Kg/Kg.

Os resultados obtidos referentes ao peso de carcaça quente, carcaça fria e corpo vazio, rendimentos de carcaça fria e quente, além do rendimento verdadeiro diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) entre as dietas experimentais, o GIEM mostrou maiores valores para todos os parâmetros avaliados. Os animais consumindo o gérmen, em média, tiveram cerca de 6 e 13% de carcaça quente mais pesada que o CAT e o PCS, respectivamente. Contudo os maiores percentuais de perda de peso por resfriamento também pertenceram ao tratamento GIEM, perdendo em média 88 e 207 gramas a mais que o CAT e o PCS (Tabela. 4).

**Tabela 4.** Pesos e rendimentos de carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma Orelha de Elefante Mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Peso Corporal ao Abate <sup>1</sup>	30,36	30,81	29,05	0,471	0,2917
Peso de Carcaça Quente <sup>1</sup>	15,11ab	15,99a	13,92b	0,281	0,0071
Peso de Carcaça Fria <sup>1</sup>	14,50ab	15,39a	13,33b	0,275	0,0062
Peso do Corpo Vazio <sup>1</sup>	25,80ab	26,94a	24,28b	0,412	0,0262
Rendimento de Carcaça Quente <sup>2</sup>	49,75b	51,92a	47,93b	0,421	<0,0001
Rendimento de Carcaça Fria <sup>2</sup>	47,77ab	49,94a	45,910b	0,417	<0,0001
Rendimento Verdadeiro <sup>2</sup>	58,49ab	59,34a	57,27b	0,304	0,0165
Perda por Resfriamento <sup>3</sup>	3,99ab	3,80a	4,22b	28,077	0,0072
Meia Carcaça Esquerda <sup>1</sup>	6,936ab	7,227a	6,350b	0,132	0,0170
Meia Carcaça Direita <sup>1</sup>	7,043ab	7,301a	6,378b	0,126	0,0050
Espessura de gordura subcutânea <sup>1</sup>	0,220b	0,337a	0,193b	0,011	0,0040

Diferença significativa ( $P < 0,05$ ) <sup>1</sup> (Kg), <sup>2</sup> (%), <sup>3</sup> (g)

O peso da carcaça quente expressa o valor da produção de carne sem as perdas por resfriamento, demonstrado que a utilização do gérmen associado a palma orelha de elefante obteve melhor conversão dos constituintes da dieta em carne. (Urbano et al., 2016), substituindo o milho pelo gérmen de milho encontrou valores menores de rendimento de carcaça, os ganhos em musculatura superiores podem estar relacionados a melhor sincronização entre energia e proteína acarretada pela utilização da palma, uma vez que o percentual de CNF aumenta em virtude da substituição parcial do feno.

A carcaça dos animais que se alimentaram de CAT e GIEM obtiveram menor percentual de perda de peso por resfriamento, contudo os animais alimentados com gérmen tinham carcaças mais pesadas, obtendo maiores valores para rendimento. As medias de peso referentes as meias carcaças esquerda e direita tiveram resultados similares aos PCQ e PCF. Após a retirada do conteúdo gástrico e intestinal, o peso do corpo vazio manteve efeito similar ao resultado obtido no peso da carcaça quente e fria. (Cattalam et al., 2020), encontrou correlação entre o peso corporal ao abate e o PCVZ muito alta, cerca de 0,98 para o valor de “r”. De semelhante forma neste trabalho, o peso do corpo vazio manteve comportamento similar ao PCQ e PCF. Como esperado após os resultados obtidos anteriormente, os animais alimentados

com CAT e GIEM obtiveram os maiores percentuais de RCQ, RCF e RV.

A perda de peso por resfriamento diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as dietas experimentais. A perda de peso durante o resfriamento é influenciada pela quantidade de gordura subcutânea, sendo esta responsável por proteger a carcaça do enrijecimento rápido causado pelo resfriamento, evitando dessa forma o “*cold shortening*” ou encurtamento dos sarcômeros diminuindo a maciez. Por outro lado, animais com elevada cobertura de gordura tem menor velocidade de resfriamento, que por sua vez causam diminuição na atividade enzimática das calpaínas e calpastatinas, provocando diminuição da maciez (MOREIRA et al., 2018; RODRIGUES; DA SILVA, 2016).

Ao avaliar as características de carcaça de ovinos recebendo fontes lipídicas (Alba et al., 2021), não observou diferença significativa para as perdas por resfriamento entre carcaças que possuíam espessura de gordura subcutânea similares.

Entre os seis principais cortes comerciais realizados na carne ovina, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as fontes lipídicas para paleta, costela e lombo, onde os animais que consumiram o GIEM e CAT tiveram maior hipertrofia muscular quando comparados ao PCS (Tabela 5).

O pernil, visto como um dos “cortes mais nobre” da espécie ovina, não diferiu ( $P > 0,05$ ) no peso, em virtude dos tratamentos avaliados. O rendimento de paleta foi superior para os animais que receberam CAT como fonte de gordura, enquanto os demais rendimentos não diferiram significativamente entre os tratamentos experimentais.

**Tabela 5.** Pesos e rendimentos de cortes comerciais de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma Orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Pescoço <sup>1</sup>	0,640	0,678	0,625	0,013	0,2610
Cauda <sup>1</sup>	0,083	0,104	0,068	0,007	0,1390
Paleta <sup>1</sup>	1,323a	1,298a	1,166b	0,021	0,0040
Rendimento Paleta <sup>2</sup>	18,284a	16,927b	17,549ab	0,189	0,0100
Costela <sup>1</sup>	1,318ab	1,461a	1,225b	0,036	0,0260
Rendimento Costela <sup>2</sup>	9,046	9,485	9,136	0,129	0,3540
Serrote <sup>1</sup>	0,599ab	0,629a	0,547b	0,047	0,0040
Pernil <sup>1</sup>	2,363	2,421	2,151	0,049	0,0580
Rendimento Pernil <sup>2</sup>	32,518	31,451	32,307	0,297	0,3080
Lombo <sup>1</sup>	0,686ab	0,732a	0,632b	0,016	0,0330
Rendimento Lombo <sup>2</sup>	9,499	9,529	9,449	0,154	0,9780

Diferença significativa ( $P < 0,05$ ) <sup>1</sup> (Kg), <sup>2</sup> (%).

A representatividade dos cortes nobres (paleta, pernil e lombo) no peso total da carcaça corroboram com os resultados obtidos por (URBANO et al., 2016), onde o somatório desses cortes está em torno de 62% do peso da carcaça, estando dentro dos limites preconizados por (SILVA SOBRINHO et al., 2005), demonstrando desta forma que as dietas não comprometeram o crescimento muscular nos principais cortes de ovinos.

As fontes lipídicas ofertadas aos animais não acarretaram diferenças morfométricas significativa entre os animais dos diferentes tratamentos, contudo os animais alimentados com GMEG tiveram índices mais elevados de compacidade da carcaça, quando comparados aos que receberam PCS. As medidas subjetivas de acabamento e gordura pélvico renal tiveram comportamento similar. Os animais recebendo a película de coco obtiveram os resultados inferiores as demais animais sendo alimentados com outras fontes lipídicas no que se refere as medidas subjetivas de carcaça (Tabela 6).

Os menores valores para acabamento, gordura pélvica e renal para os animais alimentados com a Película de coco seca, podem indicar que em virtude da composição lipídica, a maior parte da gordura dietética foi utilizada como fonte de energia para os tecidos, e pouca gordura foi destinada para formação de reservas, além de que a utilização de alimentos ricos em AGCM causam maior defaunação em protozoários, direcionando a fermentação ruminal

para produção de propionato e diminuição do acetato, que por sua vez diminui a produção de gordura nos tecidos via síntese de novo (DAYRIT, 2015; MORAIS et al., 2023; RODWEL, 2021; YANZA et al., 2021).

**Tabela 6.** Medidas subjetivas e morfométricas da carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento			EPM	Valor de P
	CAT	GIEM	PCS		
Medidas subjetivas					
Conformação	3,134	3,192	2,769	0,075	0,052
Acabamento	3,019ab	3,250a	2,596b	0,098	0,018
Gordura Pélvica e renal	2,730a	2,903a	2,500b	0,044	<0,001
Medidas objetivas					
Índice de compacidade da Perna	0,560	0,548	0,538	0,007	0,454
Índice de compacidade da carcaça	0,238ab	0,258a	0,224b	0,004	0,002

Diferença significativa ( $P < 0,05$ )<sup>1</sup> (cm).

Os valores mais elevados de gordura renal nos animais alimentados com CAT e GIEM pode ter ocorrido devido a maior ingestão de extrato etéreo dietético quando comparados aos demais tratamentos, (TORRES-GERALDO et al., 2020) encontraram valores 40% maiores para animais castrados abatidos com 45 kg, enquanto isso (BHATT et al., 2020), afirmam que gorduras em animais jovens são utilizadas primeiramente como fonte energética, sendo armazenada em baixa quantidade.

(Morais et al., 2023) obtiveram valores próximos de gordura renal e pélvica aos encontrados neste trabalho para todos os animais, independente da dieta recebida, demonstrando que independentemente da quantidade de extrato etéreo na dieta, a deposição de gordura aumenta com o aumento da idade animal. Vale salientar que segundo Medeiros (2015) a gordura pélvico renal representa entre 1 e 2% do peso do corpo vazio, sendo condizente com os resultados obtidos no presente trabalho.

As dietas ofertadas aos animais não influenciaram os constituintes não carcaça em sua grande maioria, excetuando-se apenas o trato gastrointestinal e a gordura mesentérica, onde o peso da gordura mesentérica foi superior para os animais alimentados com GIEM, cerca de

22,27 e 27,72% quando comparados com as dietas CAT e PCS respectivamente (Tabela 7).

Os resultados obtidos para gordura renal e mesentérica comprovam a falta de especialização de animais com traços da raça santa Inês para a produção de carne, favorecendo desta forma aumento na deposição de gordura. Esse fato foi observado por Cartaxo et al., (2017) ao avaliar os índices produtivos de animais santa Inês e animais santa Inês cruzados com Dorper.

Os animais alimentados com CAT tiveram maior peso do trato gástrico e intestinal, podendo ser justificado pela maior ingestão de matéria seca e maior percentual de FDN na dieta, o que influencia positivamente o desenvolvimento do rúmen, (URBANO et al., 2016), observaram redução no peso do rúmen e retículo com a diminuição da FDN. Segundo (FURLAN, MACARI E FARIA FILHO, 2011) o volume do material fibroso na dieta é responsável pelo desenvolvimento muscular do rúmen e retículo.

**Tabela 7.** Componentes não carcaça de ovinos alimentados com diferentes fontes lipídicas associadas a palma orelha de elefante mexicana.

Variável	Tratamento				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Sangue <sup>1</sup>	0,906	0,912	0,892	0,182	0,959
Pele <sup>1</sup>	1,950	2,018	1,964	0,372	0,885
Patas <sup>1</sup>	0,686	0,648	0,640	0,064	0,165
Cabeça <sup>1</sup>	1,752	1,657	1,654	0,174	0,277
Pulmão + Traqueia <sup>1</sup>	0,399	0,368	0,362	0,052	0,177
Coração <sup>1</sup>	0,127	0,121	0,118	0,016	0,404
Baço <sup>1</sup>	0,053	0,059	0,054	0,015	0,605
Fígado	0,476	0,473	0,500	0,070	0,576
Gordura Mesentérica <sup>1</sup>	0,356ab	0,458a	0,331b	0,127	0,036
Gordura Interna <sup>1</sup>	0,159	0,192	0,154	0,063	0,256
Trato Gastrointestinal <sup>1</sup>	2,007a	1,814ab	1,796b	0,210	0,027
Diafragma <sup>1</sup>	0,071	0,080	0,079	0,035	0,785
Aparelho reprodutor <sup>1</sup>	0,125	0,110	0,195	0,157	0,341
Rins <sup>1</sup>	0,066	0,064	0,063	0,014	0,802
Timo <sup>1</sup>	0,037	0,048	0,028	0,019	0,064
PTO <sup>12</sup>	3,878	3,787	3,681	0,351	0,369
PTO/PCA	0,128	0,123	0,127	0,008	0,328
PTO/PCVZ	0,151	0,143	0,149	0,012	0,232

Diferença significativa (P<0,05) <sup>1</sup> (Kg), <sup>2</sup> PTO: Peso total dos órgãos.

Como o teor de extrato etéreo das dietas era similar, não houve diferença significativa

( $P > 0,05$ ) para o peso do fígado. Esse efeito pode estar relacionado a atividade metabólica de beta oxidação exercida nos hepatócitos, em virtude dos elevados percentuais de gordura nas dietas, como também do maior fluxo destes para o fígado devido a associação com a palma, que aumenta o fluxo de ácidos graxos ao enterócito (DAYRIT, 2015).

Os dados obtidos referentes ao total de ácidos graxos da carne diferiram entre si ( $P < 0,05$ ) e corroboram com os resultados obtidos por (Neto et al., 2022) sobre a quantidade de gordura encontrados na carne destes mesmos animais (Tabela 8). Contudo mais importante que o teor de gordura na carne e ácidos graxos totais, é o perfil desses ácidos graxos, devido a crescente conscientização do mercado consumidor da importância de consumir alimentos benéficos a saúde humana (SOUSA, 2022).

Observa-se que a carne dos animais alimentados com resíduo seco de coco tinha maiores ( $P < 0,05$ ) teores de láurico e mirístico, sendo um resultado esperado em virtude deste tratamento ter em sua composição 147 e 217% a mais de ácido láurico, 108 e 136% de mirístico, que as dietas CAT e GIEM, respectivamente.

**Tabela 8.** Perfil de ácidos graxos da carne (g/100g) alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.

Variável (g/100g)	Tratamentos				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
AGT <sup>1</sup> (g/100g)	47,560	64,104	61,728	19,153	0,111
C8:0	0,003	0,002	0,002	0,001	0,386
C10:0	0,037	0,049	0,045	0,018	0,298
C12:0	0,034b	0,056b	0,221a	0,04	0,001
C14:0	1,598b	1,887b	3,830a	0,863	0,001
C15:0	0,193b	0,194b	0,247a	0,043	0,009
C16:0	23,160a	20,207b	23,868a	2,558	0,003
C17:0	0,824	0,791	0,838	0,127	0,648
C18:0	23,492a	19,675b	17,001b	2,836	0,001
C18:1c9	28,966b	38,955a	35,86ab	7,23	0,003
C18:2n-6	8,884a	6,238b	3,845c	2,316	0,001
C18:3n-6	0,072	0,088	0,074	0,018	0,069
C20:0	0,086	0,091	0,109	0,035	0,243
C20:2n-6	0,041c	0,980a	0,461b	0,202	0,001
C20:3n-6	0,276b	0,275b	0,459a	0,167	0,012
C20:4n-6	2,615a	0,178b	0,189b	0,683	0,001

C20:5n-3	0,257b	1,628a	1,864a	0,704	0,001
C22:4n-6	0,188ab	0,155b	0,272a	0,097	0,015
C22:5n-3	0,491a	0,117b	0,111b	0,126	0,001
C22:6n-3	0,080c	0,311b	0,448a	0,13	0,001

(P<0,05), <sup>1</sup> ácidos graxos totais.

Apesar dos ácidos graxos saturados serem inertes a biohidrogenação ruminal, o ácido láurico em especial, possui sua digestão intestinal mais rápida a partir da lipase pancreática, pois possui peso molecular menor que ácidos graxos mais longos, além disso a oxidação destes é mais rápida por ser pouco mediada por hormônios ou status nutricional, e tendo sua entrada na mitocôndria sem ajuda de transportadores de membrana (BACH; BABAYAN, 1982; NELSON et al., 2014).

O resultado obtido para concentração de ácido palmítico na carne também foi superior (P<0,05) nas dietas contendo o resíduo de coco. Apesar desta dieta experimental possuir menor concentração do C16:0 em sua composição, o maior fluxo de C12:0 e C14:0, deve ter sido alongado ao C16:0 por lipogênese muscular, com a atuação das enzimas acetil-coA carboxilase e a ácido graxo sintase (LADEIRA et al., 2016).

Os altos valores observados para o ácido esteárico na dieta CAT podem ter relação com a atividade da enzima estearoil-CoA dessaturase, que pode alongar a cadeia de ácido palmítico e devido a concentração inicial de C16:0 ser mais elevada na dieta, a sua deposição no musculo dos animais deste tratamento ter sido superior (SOUSA, 2022).

A concentração de ácido oleico na carne diferiu (P<0,05) entre as dietas experimentais, onde a carne dos animais alimentados com caroço de algodão obteve resultados inferiores. Os ácidos graxos provenientes das dietas sofrem biohidrogenação no rúmen, tendo como produto o ácido esteárico, dietas que possuam maior FDN tendem a sofrer a biohidrogenação completa devido ao maior tempo que os ácidos graxos passam expostos as bactérias ruminais, deste modo aumentando a concentração de ácido esteárico (NOGUEIRA et al., 2020).

Concomitantemente a isto, dietas que possuem maiores teores de carboidratos não

fibrosos, como as dietas contendo a gérmen e a Película de coco seca, estimulam a atividade da estearoil-CoA dessaturase, aumentando o acúmulo de ácido oleico na carne (ALVES et al., 2021; BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015).

A quantidade de ácido linoleico na gordura dos animais alimentados com a dieta CAT foi superior ( $P < 0,05$ ) que os demais tratamento, podendo ser explicado pela composição das dietas experimentais, tendo em vista que a concentração de ácido linoleico na carne é principalmente definida pela constituição da dieta, pois o processo de biohidrogenação não gera ácido linoleico (ALVES et al., 2021).

Os ácidos graxos de cadeia muito longa, Eicosapentaenoico (EPA) e Docosahexaenóico (DHA) diferiram entre as dietas experimentais ( $P < 0,05$ ), tendo as concentrações mais elevadas na gordura dos animais alimentados com o resíduo de coco. Os EPA e DHA são ácidos graxos  $\omega 3$  e estão relacionados a ação anti-inflamatórias, antiaterogênicas, antitrombóticas e controle ansiedade e depressão (LOPES CORTES et al., 2013; SOUSA, 2022).

A composição de ácidos graxos de 18 carbonos para a gordura de ruminantes é de extrema importância por elucidar possíveis rotas da biohidrogenação ruminal a partir das dietas fornecidas, deste modo ao compreendermos os mecanismos, torna possível a modulação do perfil de ácidos graxos (TORAL et al., 2017)) (Tabela 9).

As dietas experimentais diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as concentrações de intermediários da biohidrogenação e ácidos linoleico e linolênico, dentre os intermediários vale salientar que nenhuma das dietas diferiram em razão da quantidade de C18:1 trans10. Esses intermediários estão diretamente relacionados à quantidade de amido e pectina na composição da dieta, tendo seus valores aumentados quando fornecidos óleo de peixe ou dietas com percentual elevado de concentrado (ALVES et al., 2021; ALVES; BESSA, 2014; BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015).

A gordura dos animais que consumiram a dieta contendo gérmen diferiu ( $P < 0,05$ )

quanto a concentração de ácido vacênico (C18:1 trans 11), mesmo efeito observado para a concentração de ácido linoleico conjugado (CLA) (C18:2 cis9-trans11).

**Tabela 9.** Ácidos graxos de 18 carbonos na gordura de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.

Variável (g/100g)	Tratamentos			EPM	Valor de P
	CAT	GIEM	PCS		
C18:0	23,492a	19,675b	17,001b	2,836	0,001
C18:1t9	0,191b	0,296a	0,202b	0,048	0,001
C18:1t10	0,453	0,350	0,429	0,156	0,239
C18:1t11	1,066b	1,711a	0,862b	0,457	0,002
C18:1c9	28,966b	38,955a	35,860ab	7,230	0,003
C18:1c11	0,796b	0,954b	1,434a	0,257	0,001
C18:1c12	0,366a	0,301ab	0,223b	0,088	0,001
C18:1c15	0,055	0,069	0,061	0,018	0,137
C18:2ct/tc	0,142b	0,204a	0,053c	0,052	0,001
C18:2c9t12	0,020b	0,041a	0,008b	0,019	0,001
C18:2t9c12	0,042ab	0,035b	0,052a	0,017	0,045
C18:2t11c15	0,005b	0,014b	0,031a	0,016	0,001
CLA-c9t11	0,297c	0,983a	0,461b	0,056	0,001
C18:2n-6	8,884a	6,238b	3,845c	2,316	0,001
C18:3n-6	0,072	0,088	0,074	0,018	0,069
C18:3n-3	0,311a	0,064b	0,045b	0,050	0,001

(P<0,05)

O maior fluxo de ácido vacênico para o intestino delgado, favorece o aumento da concentração de CLA nos tecidos periféricos, em decorrência da atividade da enzima estearoil-CoA dessaturase, que consegue inserir uma saturação entre os carbonos 9 e 10 na cadeia do ácido vacênico, como também pode favorecer o aumento do ácido oleico (BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015; TORAL et al., 2017).

A dieta contendo gérmen integral extra gordo do milho diferiu (P<0,05) dos demais tratamentos quando relacionado a índices benéficos a saúde humana, como menor quantidade de AGS, elevadas quantidades de AGMI e AGPI, maior percentual de intermediários da biohidrogenação, menor razão trans10/trans11, além dos menores índices aterogênicos e trombogênicos.

**Tabela 10.** Somatório dos grupos de ácidos graxos, relação trans10/trans11, índice de atividade da SCD-1, índice aterogênico e trombogênico da carne de ovinos alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira.

Variável (g/100g)	Tratamentos				Valor de P
	CAT	GIEM	PCS	EPM	
Saturados	51,358a	43,427b	50,442a	6,046	0,003
Monoinsaturados	34,350b	45,844a	41,254ab	7,543	0,001
Polinsaturados	14,270a	10,720ab	8,303b	3,802	0,001
$\omega 6$	12,078a	8,259b	6,074b	3,375	0,001
$\omega 3$	1,061	0,733	1,023	0,348	0,057
$\omega 6/\omega 3$	11,596a	11,125a	5,890b	1,665	0,001
IBH <sup>1</sup>	3,752b	5,331a	3,302b	1,096	0,001
$\Sigma C18$	65,978a	69,381a	59,472b	4,347	0,001
$\Sigma < C16$	1,714b	2,072b	4,945a	1,317	0,001
$\Sigma \geq C18$	71,438a	73,758a	64,064b	4,332	0,001
Atividade SCD-1	27,743c	33,446b	41,291a	5,628	0,001
Razão Trans 10/trans11	0,452b	0,215c	0,626a	0,143	0,001
Índice aterogênico	0,630	0,510	0,970	0,095	0,001
Índice trombogênico	1,280	1,020	1,490	0,034	0,047

(P<0,05),  $\Sigma$ : Somatório, SCD-1:  $\Delta 9$  dessaturase, <sup>1</sup> Intermediários da Biohidrogenação

Os índices aterogênicos e trombogênicos servem para medir a qualidade do perfil de ácidos graxos presentes na carne, a partir da quantidade de ácidos graxos saturados, monoinsaturados,  $\omega 6$  e  $\omega 3$  presentes na carne. Estes índices têm a finalidade de indicar os riscos que pessoas ao consumir essas carnes tem de desenvolver problemas cardiovasculares, como trombozes ou arteriosclerose (CAMPO et al., 2013; SANTOS et al., 2013; ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

A atividade da  $\Delta 9$  dessaturase foi superior (P<0,05) para os animais alimentados com a dieta PCS. A atividade dessa enzima está diretamente relacionada com a dieta fornecida aos animais, dietas ricas em amido, favorecem o aumento das concentrações séricas de insulina, que por sua vez estimula a atividade desta enzima, favorecendo dessa forma o aumento nas concentrações de ácidos graxos monoinsaturados de cadeia média (BESSA; ALVES; SANTOS-SILVA, 2015).

#### 4. CONCLUSÃO

A associação do gérmen integral extra gordo do milho e do caroço de algodão triturados associados a palma orelha de elefante mexicana proporcionam melhor rendimento de carcaça e cortes, além de promover melhor acabamento de carcaça que os demais tratamentos. Quanto ao perfil de ácidos graxos, a dieta GIEM se mostrou superior na deposição de CLA na carne, aumentou o fluxo de ácido vacênico e obteve os melhores índices aterogênicos e trombogênicos. Assim sendo, a dieta GIEM pode ser indicada, pois além de melhorar as características da carcaça, apresenta melhor perfil lipídico para carne de ovinos em crescimento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, M. A. M. et al. Growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood biochemistry in response to partially replacing cottonseed cake with sesame meal in a lamb feedlot diet. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 108, n. 1, p. 243–251, 1 jan. 2024.
- AGWA, H. M. M. et al. Effect of replacing cottonseed meal with canola meal on growth performance, blood metabolites, thyroid function, and ruminal parameters of growing lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.
- ALBA, H. D. R. et al. Protected or unprotected fat addition for feedlot lambs: Feeding behavior, carcass traits, and meat quality. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1–16, 1 fev. 2021.
- ALLEN, M. S. **Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: Integration of homeostasis and homeorhesis**. Animal. **Anais...**Cambridge University Press, 1 mar. 2020.
- ALVES, S. P. et al. **Trans-10 18:1 in ruminant meats: A review**. **Lipids**, John Wiley and Sons Inc, , 1 nov. 2021.
- ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. The trans-10,cis-15 18:2: A missing intermediate of trans-10

shifted rumen biohydrogenation pathway? **Lipids**, v. 49, n. 6, p. 527–541, 2014.

AOAC, A. OF O. A. C. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Arlington, Virginia: [s.n.]. v. 1

APPAIAH, P. et al. Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 6, p. 917–924, 2014.

AUED-PIMENTEL, S. et al. Ácidos graxos trans em óleos vegetais refinados poli-insaturados comercializados no estado de São Paulo, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. ISSN 0101-2061, p. 646–651, 3 jan. 2009.

BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: an update. **The American journal of clinical nutrition**, p. 950–962, nov. 1982.

BAHNAMIRI, H. Z. et al. Effects of fish oil supplementation and supplementation period on adipose tissue generation sites and the gene expression of enzymes involved in metabolizing adipose tissue in Holstein bulls under various forage types. **Agri Gene**, v. 1, p. 72–78, 1 ago. 2016.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. **Conjugated Linoleic Acid: Biosynthesis and Nutritional Significance**. [s.l.: s.n.].

BELL, S. J. et al. The new dietary fats in health and disease. **Journal of the American dietetic association**, v. 97, p. 280–286, 1997.

BERTRAND, J. A. et al. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1470–1477, 2005.

BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. **Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat**. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Wiley-VCH Verlag, , 1 set. 2015.

BHATT, R. S. et al. 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, 1 mar. 2020.

BIONAZ, M.; VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; BUSATO, S. **Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance.** *Journal of Animal Science and Biotechnology*, BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2020.

BUCCIONI, A. et al. **Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors.** *Animal Feed Science and Technology*, 1 jun. 2012.

CAETANO, M. et al. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. *Animal Feed Science and Technology*, v. 251, p. 166–175, 1 maio 2019.

CAMPO, M. M. et al. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 31, n. 2, p. 185–190, set. 2013.

CASTILLO VARGAS, J. A. Función y metabolismo de ácidos grasos en el tejido adiposo y hepático de rumiantes en producción: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v. 14, n. 2, p. 30–44, ago. 2019.

CATTELAM, P. M. M. et al. Componentes não-carcaça de novilhas suplementadas com diferentes fontes energéticas em pastagem de Tifton 85. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, p. e8629109336, 23 out. 2020.

CHANJULA, P. Use of Crude Glycerin as an Energy Source for Goat Diets: A Review. *Journal of Dairy & Veterinary Sciences*, v. 2, n. 1, 12 abr. 2017.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives-An Overview of Technical Details.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/265323654>>.

CHICHOLOWSKI, M. W. et al. Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. *Journal of Dairy Science*, v. 88, n. 9, p. 3084–3094, 2005.

CHILLIARD, Y. et al. **Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and**

goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2007.

CONTRERAS, G. A.; STRIEDER-BARBOZA, C.; RAPHAEL, W. **Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows. Journal of Animal Science and Biotechnology**, BioMed Central Ltd., , 5 maio 2017.

CRUZ, M. M. et al. Palmitoleic acid (16:1n7) increases oxygen consumption, fatty acid oxidation and ATP content in white adipocytes. **Lipids in Health and Disease**, v. 17, n. 1, 20 mar. 2018.

CZERKAWSKI, J. W.; BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. The effect of linseed oil and of linseed oil fatty acids incorporated in the diet on the metabolism of sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 20, n. 3, p. 485–494, set. 1966.

DA SILVA CORSINI, M.; JORGE, N.; MARIA RAUEN DE OLIVEIRA MIGUEL EDUARDO VICENTE, A. **PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO EM ÓLEOS DE FRITURA**, *Quim. Nova*. [s.l: s.n.].

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022a.

DA SILVA, F. J. S. et al. Coconut fruit pulp by-product in the diet of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 6, 1 dez. 2022b.

DA SILVA MORGADO, E. et al. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com fontes de carboidratos associadas ao óleo de girassol**, *Original Article Biosci. J.* [s.l: s.n.].

DA SILVA, T. G. P. et al. Liver status of goats fed with cactus cladodes genotypes resistant to *Dactylopius opuntiae*. **Small Ruminant Research**, v. 198, 1 maio 2021.

DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015a.

DAYRIT, F. M. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. **Journal**

of the American Oil Chemists' Society, v. 92, n. 1, p. 1–15, jan. 2015b.

DHIFI, W. et al. **EFFECTS OF OLIVE DRYING AND STORAGE ON THE OXIDATIVE STATUS, AROMA, CHLOROPHYLL AND FATTY ACIDS COMPOSITION OF OLIVE OIL** Faculty of Sciences and Arts in Balgarn PO BOX 60 Balgarn-Sabt. [s.l: s.n.].

DO NASCIMENTO, E. M. et al. Residual intake and body weight gain on the performance, ingestive behavior, and characteristics of longissimus muscle of Dorper × Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 192, 1 nov. 2020.

DUBOIS, V. et al. **Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. European Journal of Lipid Science and Technology**, 2007.

DUCKETT, S. K.; GILLIS, M. H. Effects of oil source and fish oil addition on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2684–2691, ago. 2010.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 5088–5100, 2014.

FAYLON, M. P. et al. Effects of acute heat stress on lipid metabolism of bovine primary adipocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8732–8740, 1 dez. 2015.

FERLAY, A. et al. **Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: A review. Biochimie**, Elsevier B.V., , 1 out. 2017.

FIORENTINI, G. et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined nellore steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 7, p. 976–986, 1 jul. 2015.

FONSECA, H.; E GUTIERREZ, L. **COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS\***. 1974.

GERMANO COSTA, R. et al. *Revista Brasileira de Zootecnia* Influência do alimento na

produção e qualidade do leite de cabra Influence of feed on the production on quality of goat milk. 2009.

GOMES, A. H. B. et al. Evaluation of hematological and biochemical parameters of bulls fed diets with different levels of free gossypol. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 2, 2014.

GONDIM-TOMAZ, R. M. A. et al. Teor de óleo e composição de ácidos graxos em sementes de diferentes genótipos de algodoeiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. DA. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. UFRGS ed. Porto alegre: [s.n.].

HEGARTY, R. S. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 8, p. 1321–1327, 1999.

HOOK, S. E.; WRIGHT, A. D. G.; MCBRIDE, B. W. **Methanogens: Methane producers of the rumen and mitigation strategies**. *Archaea*, 2010.

HOSSEIN ABADI, M. et al. The effect of different processing methods of linseed on growth performance, nutrient digestibility, blood parameters and ruminant behaviour of lambs. **Veterinary Medicine and Science**, v. 9, n. 4, p. 1771–1780, 1 jul. 2023.

IBRAHIM, N. A. et al. **Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: a review**. **Tropical Animal Health and Production**, Springer Science and Business Media B.V., , 1 set. 2021.

JALČ, D. et al. The effect of a high concentrate diet and different fat sources on rumen fermentation in vitro \*. 2006.

JENKINS, T. C. et al. **Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem**. **Journal of Animal Science**, fev. 2008.

JOSÉ, A. et al. **Desempenho bioeconômico e controle parasitário em ovinos terminados**

**intensivamente a pasto utilizando torta de mamona como insumo alternativo.** Fortaleza: [s.n.].

JOUANY, J. P.; DEMEYER, D. I.; GRAIN, J. **Effect of Defaunating the Rumen Animal Feed Science and Technology.** [s.l: s.n.].

JUNIOR, J. R. et al. Whole cottonseed in diets without roughage for feedlot lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2727–2738, 1 jul. 2015.

KANEKO, J. J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** [s.l: s.n.]. v. 6<sup>o</sup> edição

LADEIRA, M. M. et al. **Nutrigenomics and beef quality: A review about lipogenesis.** **International Journal of Molecular Sciences**, MDPI AG, , 10 jun. 2016.

LEPLAIX-CHARLAT, L.; DURAND, D.; BAUCHART, D. Effects of Diets Containing Tallow and Soybean Oil with and Without Cholesterol on Hepatic Metabolism of Lipids and Lipoproteins in the Preruminant Calf. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 10, p. 1826–1835, 1996.

LI, Z. et al. Rumen microbial-driven metabolite from grazing lambs potentially regulates body fatty acid metabolism by lipid-related genes in liver. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 14, n. 1, 1 dez. 2023.

LIMA MONTELLI, N. L. L. et al. Performance, feeding behavior and digestibility of nutrients in lambs with divergent efficiency traits. **Small Ruminant Research**, v. 180, p. 50–56, 1 nov. 2019.

LOPES CORTES, M. et al. **Therapy with omega-3 fatty acids for patients with chronic pain and anxious and depressive symptoms\* Uso de terapêutica com ácidos graxos ômega-3 em pacientes com dor crônica e sintomas ansiosos e depressivos.** [s.l: s.n.].

MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007a.

- MAIA, M. R. G. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007b.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour**. [s.l.] Cambridge University Press, 2007.
- MASHEK, D. G.; BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R. Metabolic fate of long-chain unsaturated fatty acids and their effects on palmitic acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 9, p. 2283–2289, 2002.
- MASHEK, D. G.; GRUMMER, R. R. Effects of long chain fatty acids on lipid and glucose metabolism in monolayer cultures of bovine hepatocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 7, p. 2390–2396, 2003.
- MENEZES, A. C. B. et al. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nelore bulls? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 223, p. 239–249, 1 maio 2016.
- MERTENS, D. R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.
- MICHAEL FORBES, J. **A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: Minimal total discomfort**. **Nutrition Research Reviews**, dez. 2007.
- MORAIS, J. S. DE et al. Carcass traits, commercial cuts, and edible non-carcass components of lambs fed a blend of residue from the candy industry and corn gluten feed by replacing ground corn. **Small Ruminant Research**, v. 220, 1 mar. 2023.
- MOREIRA, A. D. et al. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, n. 7, p. 1307–1315, 2018.
- MOURTHÉ, M. H. F. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1150–1158, 2015.

NELSON, D. L. (DAVID L. et al. **Lehninger principles of biochemistry**. 6. ed. [s.l.] W.H. Freeman, 2014.

NETO, J. F. DA S. et al. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com fontes lipídicas associadas a palma forrageira**. Recife: Universidade federal rural de Pernambuco, programa de pós-graduação em zootecnia, 2022.

NETTO, A. J. et al. Replacing corn with full-fat corn germ in a basal diet containing cactus (*Opuntia stricta*) cladodes and sugarcane as forage sources induces milk fat depression associated with the trans-10 shift in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 288, 1 jun. 2022.

NEWBOLD, C. J. et al. **The role of ciliate protozoa in the rumen**. **Frontiers in Microbiology**, Frontiers Research Foundation, , 2015.

NOGUEIRA, R. G. S. et al. Methane mitigation and ruminal fermentation changes in cows fed cottonseed and vitamin E. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 6, 2020.

OLIVEIRA, M. A. et al. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídeos [Milk production and composition of cows fed diets with different contents of concentrate and lipids]**, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, R. L. et al. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 60, p. 169–178, 2008.

ORSAVOVA, J. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 12871–12890, 5 jun. 2015.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10061–10077, 1 dez. 2017.

PALMQUIST, D. L.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Ruminant, Intestinal, and Total Digestibilities of Nutrients in Cows Fed Diets High in Fat and Undegradable Protein. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 5, p. 1353–1364, 1993.

PARENTE, M. DE O. M. et al. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 160, 1 fev. 2020.

PATRA, A. K.; YU, Z. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, Fermentation, And abundance and diversity of microbial populations in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 3, p. 1782–1792, mar. 2013.

PAUDYAL, S. **Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review. Veterinary Quarterly**, Taylor and Francis Ltd., 2021.

PAZDIORA, R. D. et al. SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELA SEMENTE DE CUPUAÇU (THEOBROMA GRANDIFLORUM) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS CONFINADOS/CORN GRAIN SUBSTITUTION BY CUPUAÇU SEEDS (THEOBROMA GRANDIFLORUM) IN SHEEP FEEDLOT FEED. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83513–83524, 2020.

PEIXOTO, E. L. T. et al. Residual frying oil in the diets of sheep: Intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 51–56, 1 jan. 2017.

PEÑALVO, J. L.; NURMI, T.; ADLERCREUTZ, H. A simplified HPLC method for total isoflavones in soy products. **Food Chemistry**, v. 87, n. 2, p. 297–305, set. 2004.

PERINI, J. Â. DE L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 6, p. 1075–1086, nov. 2010.

PESSOA, D. V. et al. Forage cactus of the genus *Opuntia* in different with the phenological phase: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v. 181, 1 out. 2020.

RÊGO, A. C. et al. Yellow grease in sheep diets: Intake and digestibility. **Arquivo Brasileiro**

**de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 3, p. 684–692, 2021.

RENNÓ, F. P. et al. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, p. 331–338, 2015.

RODRIGUES, T. P.; DA SILVA, T. J. P. Caracterização do processo de rigor mortis e qualidade da carne de animais abatidos no Brasil. **Arquivos de Pesquisa Anima**, v. 1, n. 2238–9970, p. 1–20, 2016.

RODWEL, V. W. **Bioquímica Ilustrada de Harper**. [s.l: s.n.]. v. 31

ROY, A.; MANDAL, G. P.; PATRA, A. K. Evaluating the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybean oil and sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, n. 1–2, p. 43–52, 23 set. 2013.

SANTANA, L. F. et al. Safflower Oil (*Carthamus tinctorius* L.) Intake Increases Total Cholesterol and LDL-cholesterol Levels in an Experimental Model of Metabolic Syndrome. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, 2017.

SANTOS, R. D. et al. **I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular**, **Arq Bras Cardiol**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.arquivosonline.com.br](http://www.arquivosonline.com.br)>.

SCOLLAN, N. D. et al. Can we improve the nutritional quality of meat? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 76, n. 4, p. 603–618, 1 nov. 2017.

SILVA BASSI, M. et al. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 353–359, 2012.

SILVA, C. F. et al. Intake, digestibility, water balance, ruminal dynamics, and blood parameters in sheep fed diets containing extra-fat whole corn germ. **Animal Feed Science and Technology**, v. 285, 1 mar. 2022.

SILVA, T. G. P. et al. Blood biochemical parameters of lambs fed diets containing cactus cladodes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 75, n. 1, p. 48–60,

2023.

SIMOPOULOS, A. P. **The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/biopha](http://www.elsevier.com/locate/biopha)>.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Cactus Cladodes Opuntia or Nopalea and By-Product of Low Nutritional Value as Solutions to Forage Shortages in Semiarid Areas. **Animals**, v. 12, n. 22, 1 nov. 2022.

SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J.; RUSSELL, J. B. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: 11. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal Animal science**, p. 3562–3577, 1992.

SOARES, L. F. P. et al. Dwarf and tall elephant grass silages: intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ruminal fermentation, and ingestive behavior in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, 1 abr. 2023.

SOUSA, S. V. DE. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Vet. e Zootec.**, v. 29, n. 2178–3764, p. 1–12, 2022.

SOUZA, J. G. DE; RIBEIRO, C. V. D. M. Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no perfil de ácidos graxos da carne: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e28101321039, 3 out. 2021.

SUELY MADRUGA, M. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. 2008.

SZCZECOWIAK, J. et al. Blood hormones, metabolic parameters and fatty acid proportion in dairy cows fed condensed tannins and oils blend. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 155–166, 1 jan. 2018.

TOPRAK, N. N. **Do fats reduce methane emission by ruminants?- A review Animal Science Papers and Reports.** [s.l: s.n.].

TORAL, P. G. et al. Milk fatty acid profile and dairy sheep performance in response to diet supplementation with sunflower oil plus incremental levels of marine algae. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 4, p. 1655–1667, abr. 2010.

TORAL, P. G. et al. In vitro response to EPA, DPA, and DHA: Comparison of effects on ruminal fermentation and biohydrogenation of 18-carbon fatty acids in cows and ewes. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6187–6198, 1 ago. 2017.

TORRES-GERALDO, A. et al. Effect of castration and vitamin e supplementation on carcass and meat quality of santa Inês lambs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 33, n. 2, p. 96–109, 2020.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The lancet**, v. 338, p. 985–992, 1991.

URBANO, S. A. et al. Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: Carcass characteristics and tissue composition. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 165–171, 2016.

URRUTIA, N.; YING, Y.; HARVATINE, K. J. The effect of conjugated linoleic acid, acetate, and their interaction on adipose tissue lipid metabolism in nonlactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 5058–5067, 1 jun. 2017.

VAN CLEEF, F. DE O. S. et al. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. **Small Ruminant Research**, v. 137, p. 151–156, 1 abr. 2016.

VARANIS, L. F. M. et al. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1725–1739, 2021.

VARGAS, J. E. et al. Effects of supplemental plant oils on rumen bacterial community profile and digesta fatty acid composition in a continuous culture system (RUSITEC). **Anaerobe**, v. 61, 1 fev. 2020.

VASTA, V. et al. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 5, p. 3781–3804, 1 maio 2019.

VENTURINI, R. S. et al. Consumo e desempenho de cordeiros e borregos alimentados com dietas de alto concentrado de milho ou sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, p. 1638–1646, 2016.

VIEIRA, C. et al. Effects of addition of different vegetable oils to lactating dairy ewes' diet on meat quality characteristics of suckling lambs reared on the ewes' milk. **Meat Science**, v. 91, n. 3, p. 277–283, jul. 2012.

VIEIRA, P. A. S. et al. Parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com silagem da raiz de mandioca. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883–890, 1 ago. 2017.

VLAEMINCK, B. et al. **Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review.** **Animal Feed Science and Technology**, 15 dez. 2006.

YANZA, Y. R. et al. **The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis.** **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, John Wiley and Sons Inc, , 1 set. 2021.

ZACHUT, M. et al. Seasonal heat stress affects adipose tissue proteome toward enrichment of the Nrf2-mediated oxidative stress response in late-pregnant dairy cows. **Journal of Proteomics**, v. 158, p. 52–61, 31 mar. 2017.

ZANINE, A. M. et al. Effects of cottonseed hull on intake, digestibility, nitrogen balance, blood metabolites and ingestive behaviour of rams. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, 1 dez. 2023.

ZHANG, C. M. et al. Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146,

n. 3–4, p. 259–269, 15 out. 2008.

ZHANG, J. et al. Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in holstein heifers. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. NOV 9 nov. 2017.

ZHANG, Z. W. et al. **Nitro compounds as potential methanogenic inhibitors in ruminant animals: A review.** **Animal Feed Science and Technology**, Elsevier B.V., , 1 fev. 2018.