



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO FONTES
DE ÓLEOS**

FRANKLIN LEANDRO DE MELO

DOURADOS-MS

ABRIL – 2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO FONTES
DE ÓLEOS**

FRANKLIN LEANDRO DE MELO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Profº Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto

Coorientador: Profº Dr. Euclides Reutter de Oliveira

DOURADOS-MS

ABRIL – 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M528a Melo, Franklin Leandro De
ASPECTOS NUTRICIONAIS DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO FONTES DE
ÓLEOS [recurso eletrônico] / Franklin Leandro De Melo. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Eduardo Lucas Terra Peixoto.
Coorientador: Euclides Reuter de Oliveira.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados,
2023.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Consumo. 2. Comportamento Ingestivo. 3. Digestibilidade. 4. Metabolismo. 5. Óleo
Residual de Frituras. I. Peixoto, Eduardo Lucas Terra. II. Oliveira, Euclides Reuter De. III.
Título.

**Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada
a fonte.**

ASPECTOS NUTRICIONAIS DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO FONTES DE ÓLEOS

por

FRANKLIN LEANDRO DE MELO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE(A) EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 13/04/2023

Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto

Orientador – UFGD

Dr. Mábio Silvan José da Silva

UFGD

Dra. Rayane Nunes Gomes

UEPB

BIOGRAFIA DO AUTOR

Franklin Leandro de Melo, filho de Paulo Augusto Leandro e Maria das Dores de Melo, nasceu em 24 de agosto de 1990 na cidade de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul. Concluiu o ensino médio em 2008. Em 2009 ingressou no curso de Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, onde concluiu em 2016, no mesmo ano iniciou a especialização em Processamento e Higiene e Inspeção de alimentos, concluindo em 2018. Em abril de 2021 iniciou as atividades como aluno do curso de Mestrado no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal da Grande Dourados sendo, durante sua formação, bolsista CAPES.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, e o louvo pela vida e por guiar meus passos até o presente momento.

Dedico esta conquista a minha amada família, e meu grande amigo Dr. Marcio Cacoza.

Dedico

“A maior tragédia da vida não é morrer, a maior tragédia da vida é viver sem propósito”

MYLES MUNROE

AGRADECIMENTOS

Agradeço e louvo a Deus por ter segurado em minhas mãos durante toda a vida, pela saúde a mim concedido que me permitiu alcançar esta etapa tão importante em minha vida.

Aos meus pais, por sempre ter me apoiado em meus estudos, ao meu amado irmão Saulo pelos conselhos, e minha cunhada Juliana.

Ao meu orientador Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto, pela confiança, atenção, paciência, pelos questionamentos, contribuições e ensinamentos, e amizade criada que muito colaboraram para o meu aprendizado.

Ao meu Coorientador Professor Dr. Euclides Reuter de Oliveira, pelos ensinamentos repassados.

Aos Professores da Graduação Juliana Pampana e Rogério Giuffrida, por me deram ferramentas para alcançar o sucesso.

A todos os meus colegas do grupo de pesquisa, pela ajuda na realização da minha pesquisa, em especial ao Brasilino Lima, Lucas Domiciano, Henrique Verissimo, Daniely Pereira, Rodrigo Santos, Victor Cardoso.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, em especial: Adenildo Oliveira, Deyvid Pazuck, Luan, Yara América, Carolina Aquino, Janaina Tayna, Nathalie Neves, Silva Prestes, Thiago Gonsalo, Gustavo Vega, pela maravilhosa convivência, muito diálogo e parceria nesses dois anos.

Aos funcionários Sr. Luís e Gabriel, as técnicas de Laboratório pela paciência e ensinamentos Phaena, Gisa, Arlene, Adriana.

.

Aos meus amigos Rafael Faustino, Anderson Guedes, por sempre me incentivar, me escutar e pelos seus bons conselhos.

Aos meus amigos de restaurante que durante bom tempo trabalhei e me deram muitos conselhos para seguir adiante com os estudos.

A Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização de meu curso de Mestrado.

A CAPES, por financiar parte deste trabalho, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a inclusão de óleos vegetais em dietas para ovinos sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal e síntese de proteína microbiana. O experimento foi realizado na fazendinha da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram utilizados 12 cordeiros, sem raça definida, não castrados ($45,00 \pm 8$ kg de peso corporal, $9 \pm 0,5$ meses de idade), distribuídos em um quadrado latino 4x4 triplo, onde foram testadas a inclusão de 2% na MS de uma das três fontes de óleos vegetais: soja, girassol e residual de frituras e um tratamento adicional sem fonte de óleos como controle. Cada período experimental teve a duração de 20 dias, com 15 dias de adaptação e 5 dias de coletas de dados. Foram avaliados os seguintes parâmetros: consumo e digestibilidade dos componentes nutritivos, comportamento ingestivo, índice de seleção de alimentos, parâmetros de fermentação ruminal, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Não houve efeito das diferentes fontes de óleos para o índice de seleção da MS e FDN em nenhum dos tamanhos de partículas da ração, no entanto, houve efeito ($P= 0,072$) para índice de seleção da FDN no tamanho de partículas curtas ($<8, >1,18\text{mm}$), na qual a dieta controle teve menor índice, indicando que houve maior rejeição de partículas nesse tamanho, quando comparada as fontes de óleos. As variáveis alimentação e ruminação não sofreram alterações com a adição das fontes de óleos. O mesmo comportamento foi observado para pH e NH_3 , mas mantiveram-se dentro dos limites desejáveis. Houve redução no consumo de MS na ordem de 11% quando comparadas as fontes de óleos vegetais com a dieta sem óleo. Houve redução da digestibilidade da PB e FDN, na ordem de 5 e 8%, respectivamente, quando comparadas as fontes de óleos com a dieta controle. Houve efeito sobre a síntese de proteína microbiana, onde as dietas com óleos de soja, girassol e residual de fritura, tiveram uma maior eficiência e maior síntese de proteína microbiana. É recomendável utilizar fontes de óleos vegetais em dietas para cordeiros em crescimento sem causar prejuízos ao ambiente ruminal ou interferir no crescimento microbiano.

Palavras-chave: Consumo; Comportamento ingestivo, Digestibilidade; Metabolismo; Óleo residual de frituras

GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the inclusion of vegetable oils in diets for sheep on intake, digestibility, ruminal fermentation parameters, and microbial protein synthesis. The experiment was carried out at the UFGD small farm, using 12 lambs of mixed breed, not castrated (45.00 ± 8 kg body weight, 9 ± 0.5 months old), distributed in a 4x4 Latin square, triple, where the inclusion of 2% in DM of one of the three sources of vegetable oils: soybean, sunflower, and residual frying oil, and an additional treatment without a source of oils as a control, were tested. Each experimental period lasted 20 days, with 15 days of adaptation and 5 days of data collection. The following parameters were measured: intake and digestibility of nutritional components, ingestive behavior, food selection index, rumen fermentation parameters, nitrogen balance, and microbial protein synthesis. There was no effect of the different oil sources on the DM and NDF selection index in any of the feed particle sizes. However, there was effect ($P=0.072$) for the NDF selection index on the short particle size ($<8, >1.18\text{mm}$), where the control diet had a lower index, indicating that there was greater rejection of particles in this size when compared to the oil sources. As the feeding and rumination parameters did not change with the oil sources, it was reflected in the pH and NH_3 , which were also not affected by the action of the oil sources, but remained within desirable limits. There was a reduction in DM intake of around 11% when comparing vegetable oil sources with the oil-free diet. There was a reduction in the digestibility of CP and NDF, by 5 and 8%, respectively, when comparing the oil sources with the control diet. There was an effect on microbial protein synthesis, where diets with soybean oil, sunflower, and residual frying oil had greater efficiency and greater synthesis of microbial protein. It is concluded that vegetable oil sources can be used in diets for growing lambs without causing damage to the ruminal environment or interfering with microbial growth.

Keywords: Intake; Ingestive behavior; Digestibility; Metabolism; Residual frying oil.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DE LITERATURA.....	15
LIPÍDEOS	15
IMPORTÂNCIA DOS LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	19
METABOLISMO RUMINAL DOS LIPÍDIOS	21
CUIDADOS NO USO DOS LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	23
PRINCIPAIS FONTES DOS LIPÍDIOS PARA RUMINANTES	24
ÓLEO DE SOJA	26
ÓLEO DE GIRASSOL	28
ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS	29
REFERÊNCIAS.....	32
PODE O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS SER UMA ALTERNATIVA AS FONTES TRADICIONAIS DE ÓLEOS VEGETAIS PARA DIETAS DE OVINOS?.....	43
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS	47
Composição químico-bromatológica dos alimentos.....	50
Comportamento ingestivo.....	50
Consumo e Digestibilidade.....	51
Balço de nitrogênio e Síntese de proteína microbiana	52
Fermentação Ruminal	53
Análises estatísticas	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	62

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Ingredientes e composição bromatológica da ração total misturada para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo na dieta.49
- Tabela 2** - Perfil granulométrico da ração e das sobras e índice de seleção de partículas da matéria seca e fibra em detergente neutro por cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.55
- Tabela 3** - Consumo e digestibilidade dos nutrientes em dietas para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.57
- Tabela 4** - Tempo gasto com alimentação, ruminação, ócio e mastigação total, e eficiências de consumo e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro em dietas para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.59
- Tabela 5** - Valores de pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal, volume urinário, excreção urinária de ácido úrico, alantoína, purinas totais, purinas absorvidas síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes de óleos.60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC- Association of Official Analytical Chemists

AG- Ácidos Graxos

AGCC- Ácidos Graxos de Cadeia Curta

AGI- Ácidos Graxos Insaturados

AGPI- Ácidos Graxos Poli-Insaturados

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AST- Aspartato Aminotransferase

CAR- Consumo Alimentar Residual

CFDNt- Consumo FDN em 24horas de alimentação

CH₄- Metano

CLA- Ácido Linoleico Conjugado

CNF – Carboidratos Não Fibrosos

CNFD – Carboidratos Não Fibrosos Digestíveis

CMS- Consumo de Matéria Seca

CMSt- Consumo de Matéria Seca Estimado

CMSobs- Consumo de Matéria Seca Observado

CMSt- Consumo de Matéria Seca em 24horas de alimentação

CPTp- Consumo Predito Ou Teórico Por Tamanho De Partículas

CRTp- Consumo Real Por Tamanho De Partículas

CT- Carboidratos Totais

CO₂ - Dióxido de Carbono

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

DTPt0- distribuição do tamanho de partícula em tempo zero

DTPt24- distribuição do tamanho de partícula as 24horas pós alimentação

EE -Extrato Etéreo

EED - Extrato Etéreo Digestível

FDA-Fibra insolúvel em Detergente Ácido

FDN - Fibra insolúvel em Detergente Neutro

FDNpD - Fibra insolúvel em Detergente Neutro Digestível

GMD- ganho médio diário

IS- Índice De Seleção Ou Consumo Seletivo De Partículas

MO - Matéria orgânica

MS -matéria seca

NDT -Nutrientes Digestíveis Totais

NRC- National Research Council

NH₃- Nitrogênio amoniacal

ORF- Óleo Residual De Fritura

PA- Purina Absorvida

PB - Proteína Bruta

PB - Proteína Bruta Digestível

PNDR- Proteína não degradada no rúmen

Pen1- Peneira 1

Pen2- Peneira 2

Pen3- Peneira 3

Pen4- Peneira 4

TMP- Tamanho Médio De Partículas

INTRODUÇÃO

A maior parte da energia necessária para o metabolismo animal é oriunda do catabolismo dos carboidratos. No entanto, o uso de fontes lipídicas se faz interessante, pois os lipídeos são capazes de gerar duas vezes mais energia que carboidratos e proteínas (SILVA et al., 2007). Além disso, o uso de óleos vegetais quando utilizados na dieta animal, servem como portadores de vitaminas e ácidos graxos essenciais, facilitando o processo de digestão e melhorando a natureza física da ração (PALMQUIST, 1987). Outra vantagem oriunda da inclusão de fontes de lipídeos na ração de animais, é a melhora na eficiência da conversão alimentar, diminuindo a exigência de matéria seca para ganho de peso, como destacam Peixoto et al. (2017) e também podem agir na modulação da função imune e melhor resposta inflamatória (GRECO et al., 2015).

As bactérias não são tolerantes aos lipídeos, e principalmente os ácidos graxos insaturados Van Soest (1994). Sua toxicidade é devido a característica anfipática dos ácidos graxos, aqueles que são solúveis, tanto em solventes orgânicos como em água, são mais tóxicos, e pode estar relacionada com o aumento da fluidez da membrana celular, que altera a permeabilidade seletiva, reduzindo a capacidade de regulação do pH intracelular e captação de nutrientes (JENKINS, 1993; MAIA et al., 2010). Sua utilização na dieta pode interferir na digestão da fibra e causar problemas metabólicos, tais como timpanismo, acidose ruminal, intoxicação dentre outros. Contudo, a quantidade total de lipídeos que se pode fornecer na dieta para ruminantes não pode ultrapassar os 5 %. Estes desempenham um papel importante no metabolismo energético dos animais, são constituídos por uma alta proporção de ácidos graxos, se adicionarmos acima do que é estabelecido de 5 % a 7 %, resultando em alterações na fermentação ruminal.

Nas últimas décadas, tem havido um crescente interesse na suplementação de lipídios na dieta de ruminantes como fonte de energia. Isso estimulou a pesquisa de uma ampla gama de fontes de gordura, a fim de avaliar seus efeitos na fermentação ruminal e na absorção pelos ruminantes. Portanto, vale a pena ressaltar qual fonte de óleo vegetal usar, custo benefícios para o produtor e sua absorção pelo ruminante. O óleo residual de fritura pode ser utilizado como fonte alternativa e, com a sua inclusão, melhora a eficiência de conversão alimentar, além de diminuir o custo com o emprego de fontes energéticas na dieta, já que seu custo é diminuto por ser um resíduo na maioria das vezes desprezado

As fontes lipídicas convencionalmente utilizadas na dieta de animais ruminantes são os óleos vegetais de milho, algodão, soja, oliva, girassol, canola, amendoim e arroz. Estes óleos

são descritos como ricos em ácidos graxos insaturados, inclusive os essenciais como linoléico e linolênico, sendo o óleo de soja é um dos óleos mais baratos utilizados na alimentação animal.

Assim sendo, objetivou-se com esse estudo avaliar a inclusão de fontes de óleos vegetais na alimentação de ovinos sob os aspectos de consumo, digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal e comportamento ingestivo.

REVISÃO DE LITERATURA

LIPÍDEOS

Gorduras, ou lipídeos, são todas as substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. São um grupo heterogêneo de compostos mais relacionados por suas propriedades físicas do que por suas propriedades químicas e apresentam propriedades comuns: relativamente insolúveis na água e solúveis nos solventes não polares, tais como: o éter, o clorofórmio, os óleos, os esteroides e as ceras (BOTHAM & MAYES, 2012).

Os lipídios desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes no organismo animal, como fonte eficiente de energia; como isolante que permite a condução nervosa e previne a perda de calor e auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), agem como camada de proteção dos tecidos e do corpo, sendo componente estrutural e funcional das biomembranas (MOTTA 2009; BOTHAM & MAYES, 2012).

Estão presentes em quantidades que chegam acima de 40% no corpo animal, nas plantas forrageiras em até 3,5%, e nas sementes oleaginosas de 18 a 40% (LANA, 2005; PALMQUIST & MATTOS, 2006). O tipo de ácido graxo pode variar, a maioria dos lipídios dos vegetais, como presentes em pastagens, é altamente insaturado, em cereais e na maioria das sementes oleaginosas, como caroço de algodão e grão de soja, há predominância de ácido linoleico (C 18:2), enquanto em forragens o ácido graxo mais comum é o alfa-linolênico (C18:3). Algumas exceções importantes incluem o óleo de palma (alto teor de 16:0), óleo de canola (alto teor de 18:3 n-3) (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Na nutrição animal, a principal classe de interesse são os ácidos graxos, que correspondem a 90% dos triglicerídeos, a principal forma de armazenamento de lipídeos, tanto para plantas, como para animais. Os triglicerídeos são formados por uma molécula de glicerol ao qual se ligam três ácidos graxos. (MEDEIROS; ALBERTINI & MARINO).

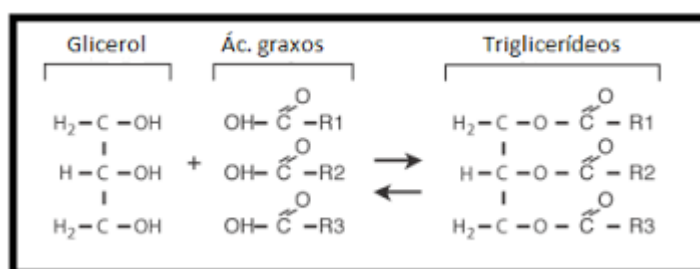


Figura 1. Estrutura básica dos triglicerídeos (Adaptado de WATTIAUX e GRUMMER, 2006).

Diferente das demais classes de macronutrientes, como carboidratos e proteínas que possuem estrutura ou parte da molécula em comum, os lipídeos não apresentam única estrutura química que os definam e são encontrados em diferentes fontes naturais. Os triglicerídeos estão presentes nos alimentos, os fosfolipídios na membrana celular, ceras presentes nos tecidos vegetais, além de substâncias que não apresentam ácidos graxos em sua composição como os esteróis, álcoois graxos, pigmentos carotenoides e vitaminas lipossolúveis. Este grupo de compostos quimicamente diferentes, apresenta substâncias polares e apolares. Entretanto, todos são solúveis em solventes orgânicos (OETTERER et al., 2006).

Quanto à presença de duplas ligações (insaturações), os ácidos graxos são classificados em saturados e insaturados. Os ácidos graxos que não têm nenhuma dupla ligação em suas cadeias são chamados ácidos graxos saturados. Os monoinsaturados e os poli-insaturados seriam aqueles com uma e com duas ou mais insaturações, respectivamente. A configuração geométrica da dupla ligação em ácidos graxos insaturados naturalmente é *cis*, que apresentam carbonos dispostos no mesmo lado da cadeia alifática. As ligações *trans* apresentam carbonos em lados contrários. (DAMODARAN et al., 2010).

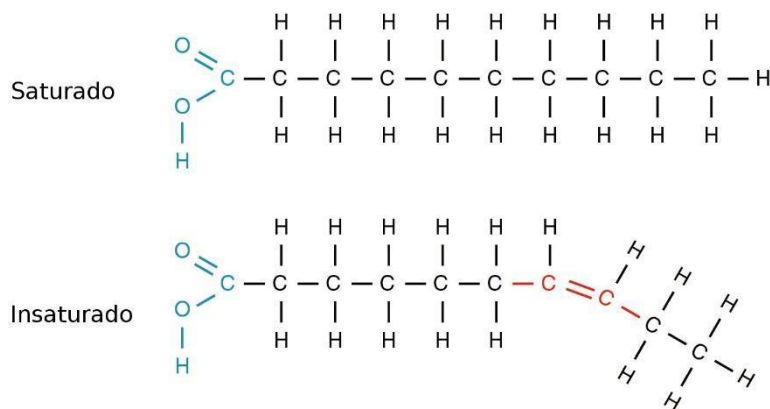


Figura 2: Fonte: infoescola

A presença de ligação dupla no ácido graxo altera seu ponto de fusão. Quanto mais ligações duplas o ácido graxo apresenta, menor o ponto de fusão (DAMODARAN et al., 2010). Os ácidos graxos com ligações duplas na configuração *trans* assim como os saturados, possuem cadeia mais linear permitindo um empacotamento mais eficiente das moléculas e a obtenção de ligações moleculares fortes, deste modo, o ponto de fusão torna-se mais elevado. Tal alteração no ponto de fusão pode ser entre os ácidos graxos oleico (monoinsaturado *cis*) 13°C , elaídico (monoinsaturado *trans*) 44°C e esteárico (saturado) 70°C , todos formados por 18 átomos de

carbono (ASCN, 1996). Contudo, os óleos vegetais são compostos majoritariamente de ácidos graxos insaturados ou poli-insaturados. Já alimentos de origem animal apresentam menores quantidades destes ácidos graxos. No quadro 1, é apresentada a composição média dos ácidos graxos presentes em óleos e gorduras que podem ser empregados na alimentação animal.

Os lipídeos, ao contrário dos carboidratos, não são fermentados no rúmen e, portanto, não produzem calor, dessa maneira podem ser adicionados à dieta como estratégia na redução do estresse térmico, principalmente no verão (GONZÁLEZ, 2011).

Quando entram no rúmen, fazendo parte dos constituintes vegetais, terão sua liberação conforme vai ocorrendo o processo fermentativo dos demais componentes como carboidratos, proteínas e fibra. Como não sofrem processo de fermentação, poderão, em algumas situações, passarem sem grandes alterações pelo rúmen, mas grande parte destes sofrerá ação por parte das bactérias ruminais por meio da hidrólise e/ou biohidrogenação. Esses eventos ocorrem em sequência, sendo primeiro a hidrólise posteriormente a biohidrogenação (GONZÁLEZ, 2011).

IMPORTÂNCIA DOS LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A suplementação com lipídios tem se mostrado uma excelente prática nutricional, uma vez que são mais energéticos que os carboidratos, além de possuir um menor incremento calórico em relação aos mesmos e proteínas, se tornando ótima opção alimentar, principalmente, nos períodos mais quentes do ano tornando assim uma vantagem frente aos carboidratos (NOBRE, 2013; SIMIONATTO et al., 2017).

Ao contrário dos carboidratos, os lipídios não são fermentados no rúmen e, portanto, não produzem calor, de tal modo pode ser adicionados à dieta como estratégia na redução do estresse térmico, principalmente no verão, além de evitar problemas de acidose ruminal e balanço energético negativo, principalmente no pós-parto, e em casos de calor muito intenso (GONZÁLEZ, 2011) e podem agir na modulação da função imune e melhor resposta inflamatória (GRECO et al., 2015).

Um leve aumento no consumo de ácidos graxos eleva eficiência energética, devido a deposição direta de ácidos graxos dietéticos nos tecidos animais substituir os passos metabólicos da conversão de carboidratos ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), em ácidos graxos, com respectiva perda de calor (BALDWIN et al., 1980).

Em ruminantes, um grande impedimento para a absorção de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) no intestino é bio-hidrogenação ruminal. Na verdade, bio-hidrogenação no rúmen de ω -3 e ω -6 é extensa; mais de 80% de AGPI a partir da dieta são modificados pela microflora ruminal e, portanto, não estarão disponíveis para absorção no intestino delgado (CAETANO et al., 2020). Apesar de extensa bio-hidrogenação, animais alimentados com quantidades crescentes de ω -6 e ω -3 altera a composição da carne e influencia a função celular e desempenho animal (DOUREAU & FERLAY, 1994).

Os ácidos graxos poli-insaturados parecem ter efeitos mais notáveis sobre o desempenho animal; todavia, não é completamente claro se estes efeitos são mediados apenas por estes AG ou outros intermediários potenciais produzidos durante bio-hidrogenação no rúmen. Algumas informações sobre o fornecimento de lipídeos na nutrição animal já são consolidadas há muitos anos. No entanto, torna-se imprescindível conhecer não somente aspectos superficiais, mas realizar uma análise completa em função do teor e composição dos ácidos graxos dos alimentos, e assim entender sua contribuição na saúde e desempenho animal (CAETANO et al., 2020).

Em lógica para o fornecimento de lipídios é o conteúdo calórico mais denso, em relação a outros ingredientes alimentares. Outro fato que merece destaque se deve a redução na concentração de amônia no rúmen, aumento da eficiência da fermentação ruminal e inibição da produção de metano (VALADARES FILHO & PINA, 2011; VALENTE et al., 2017). Os lipídios protegidos são uma alternativa por ser pouco dissociado e não prejudicar a atividade dos microrganismos ruminais, sendo dissolvido e absorvido no intestino delgado (AFERRI et al., 2005). Diversamente dos óleos, os lipídios protegidos podem ser misturados facilmente na ração e o seu armazenamento torna-se acessível pois contém 90% de MS (PACHECO et al., 2016). Esta opção tem sido bastante utilizada na suplementação de animais ruminantes com o objetivo de melhorar a qualidade da carne e o desempenho animal (PALMQUIST & MATTOS, 2011).

Verdugo et al. (2016) avaliaram fontes de lipídios alimentares na dieta de bovinos e observaram que estes aumentaram a absorção de propionato e butirato em relação aos novilhos não suplementados. Outro benefício da suplementação com gorduras é a melhoria na eficiência da síntese microbiana, que normalmente é consequência da depressão na concentração ruminal de protozoários, aos quais são predadores de bactérias (IKWUEGBU; SUTTON, 1982). Ao comparar a digestibilidade com outros macronutrientes, a utilização de lipídios na dieta em ruminantes pode modificar a digestibilidade da fibra e o consumo voluntário de nutrientes. Dependendo das características da dieta utilizada (sendo ela alta ou baixa proporção e o tipo de forragem), além do grau de saturação e a quantidade de ácido graxo suplementados, o uso de lipídios em dietas de ruminantes pode produzir efeitos benéficos sobre metabolismo do nitrogênio do rúmen, Oliveira (2018). Tem se o efeito negativo quando ácido graxos na digestão são amenizados quando a dieta basal apresenta grande quantidade de forragem, devido a sua capacidade em proporcionar ambiente ruminal adequado para a máxima biohidrogenação (PALMQUIST, 1988).

A suplementação lipídica aos animais ruminantes, dependendo da sua fonte, pode inferir na digestibilidade da matéria seca da dieta, em função de alterações na fermentação ruminal, o

qual irá refletir no balanço energético (positivo ou negativo), e desta forma influenciar na resposta produtiva, bem como na imunonutrição e qualidade do produto final. Assim sendo, torna-se fundamental analisar corretamente as fontes lipídicas utilizadas na formulação de dietas de animais ruminantes, para que os resultados almejados sejam alcançados (CAETANO et al., 2020).

METABOLISMO RUMINAL DOS LIPÍDIOS

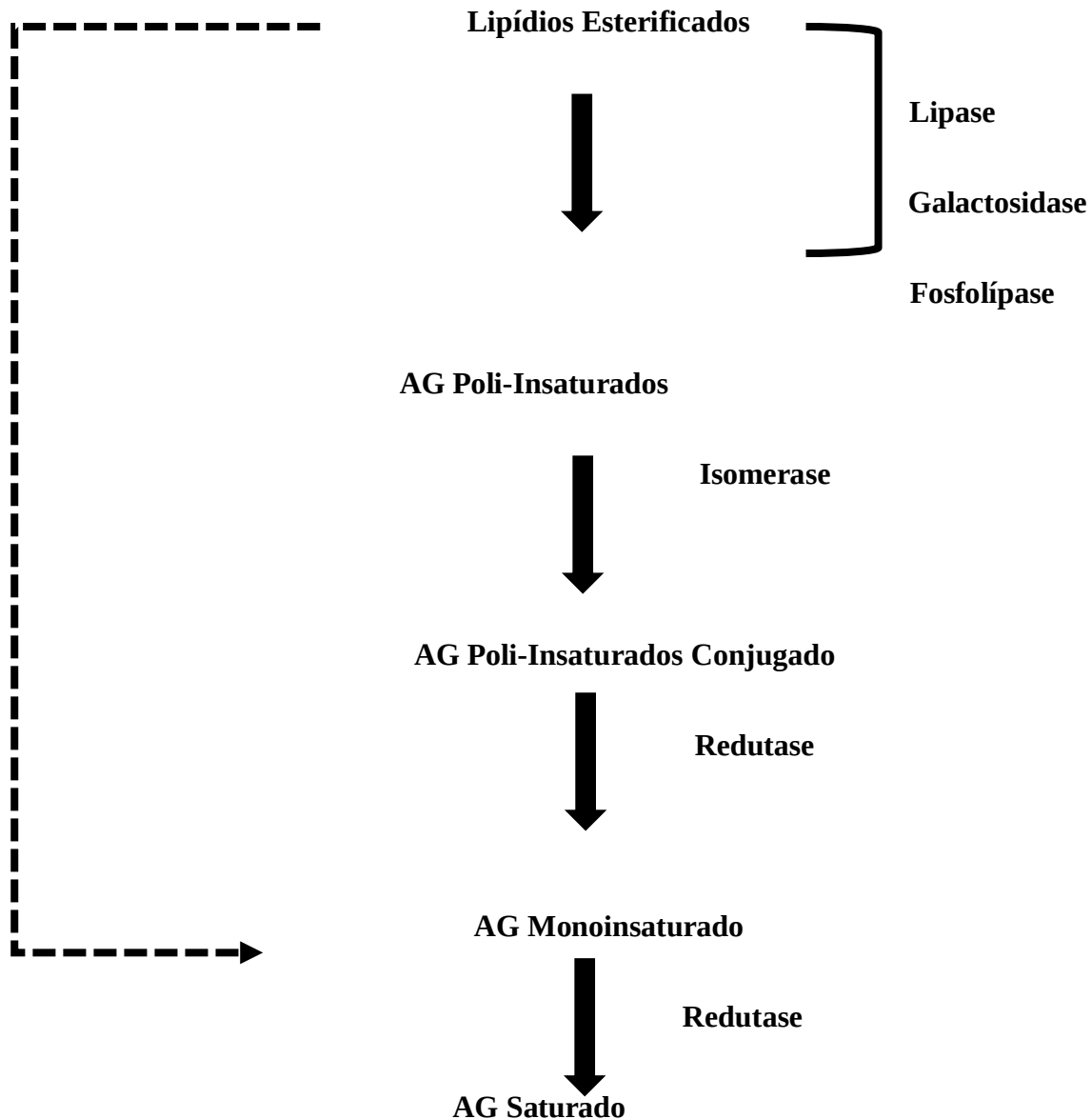
A adição de lipídios nas dietas de ruminantes pode levar a alterações na fermentação ruminal, esses efeitos variam de acordo com alguns fatores ligados à fonte suplementar utilizada. Um desses fatores é o grau de insaturação, uma vez que ácidos graxos insaturados inibem a fermentação de forma mais intensa dos que os saturados, assim como a presença do grupo carboxila livre parece ser importante para a inibição da fermentação, uma vez que ácidos graxos associados a sabões de cálcio, álcoois e triglicerídeos (grupos em que a carboxila não se encontra livre) inibem menos a fermentação ruminal em comparação aos ácidos graxos livres, ou não esterificados.

No ambiente ruminal existem dois grandes grupos de bactérias, as Gram positivas (+) e Gram negativas (-). As bactérias Gram negativas possuem membrana externa, as tornando mais resistente aos componentes do ambiente ruminal, alguns ácidos graxos, especialmente os poli-insaturados, são tóxicos aos microrganismos ruminais. Os mais susceptíveis são as bactérias Gram (+), metanogênicas e protozoários, Silva (2017).

O primeiro passo do metabolismo de lipídios no rúmen é a hidrólise (figura 1), que é realizada sobretudo pelas bactérias. A lipólise consiste no início do processo de metabolismo dos lipídeos no rúmen, sendo imprescindível para que ocorra a biohidrogenação (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988). Ela ocorre logo após o aporte de lipídio no rúmen, e promove a quebra dos triacilgliceróis em ácidos graxos e glicerol segundo Church (1998).

Os protozoários não estão envolvidos em grande parte na hidrólise, com exceção em fosfolipídios (DOREAU e FERLAY, 1994). A produção das enzimas lipolíticas se dá pela bactéria ruminal *Anaerovibrio lipolytica* (HARFOOT, 1978).

Os principais produtos resultantes após a lipólise são os ácidos graxos e glicerol, formando se também em menos numero a galactose, o glicerol e a galactose resultantes são metabolizados e convertidos em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que susceptivelmente serão absorvidos em forma de propionato, Machado (2018).



Adaptado de Jenkins (1993)
Esquema de lipólise e biohidrogenação.

A biohidrogenação é um mecanismo natural, realizado por microrganismos ruminais, que tem por função diminuir o efeito deletério dos lipídeos, promovendo a lise de lipídeos esterificados, com posterior hidrogenação dos ácidos graxos livres (HARFOOT & HAZLEWOOD, 1988; JENKINS, 1993). Ressalta Jenkins et al. (2008) que a remoção de hidrogênio através da síntese de metano é cerca de 25 vezes mais eficiente do que via biohidrogenação, e que embora as bactérias necessitem de hidrogênio para realizar a biohidrogenação, somente 1 a 2% do hidrogênio metabólico é usado para este processo.

(CZERKAWSKI, 1984). Estudos de Mckain et al. (2010) indicam que há provavelmente três mecanismos para o metabolismo de ácidos graxos insaturados nas bactérias ruminais que fazem a bio-hidrogenação, um que reduz os isômeros geométricos de 9,11 de CLA para trans-11-18:1, outro que reduz isômeros geométricos de 10,12 de CLA a uma mistura de 10 e de 12-18:1 de ácidos graxos, e uma terceira, apenas encontrado em *Butyrivibrio proteoclasticus*, que reduz uma gama de ácidos graxos monoenoicos incluindo trans-10 C18:1, a C18:0.

Os estudos indicaram também que *Propionibacterium acnes* hidrogena C18:1 para obter substratos de C18:0 como um produto final (Figura 2). Estes estudos do rúmen também fornecem informações sobre os prováveis caminhos no metabolismo de ácidos graxos (DEVILLARD et al., 2007). As espécies de bactérias ruminais mais ativas envolvidas na bio-hidrogenação do C18 bio-hidrogenação pertencem ao grupo "*Butyrivibrio*", onde todas as bactérias formam o ácido linoleico conjugado (CLA) a partir de ácido linoleico, enquanto que apenas *Clostridium proteoclasticum* é capaz de converter C18:1 trans-11 a C18:0 (KEMP et al., 1975; POLÁN et al., 1964). *C. proteoclasticum* foi reclassificado como *Butyrivibrio proteoclasticus* (MOON et al., 2008).

CUIDADOS NO USO DOS LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A suplementação da dieta com lipídeos pode promover efeitos negativos sobre a nutrição do animal com diminuição da ingestão alimentar e da digestibilidade dos nutrientes, devido a modificações na digestão e hidrogenação dos ácidos graxos no rúmen. Os efeitos negativos na fermentação ruminal em dietas com inclusão de lipídios, acima do limite crítico, são decorrentes do efeito tóxico dos ácidos graxos (de cadeia média (10 a 14 átomos de carbono) e poli-insaturados de cadeia longa) aos microrganismos, sendo as bactérias gram (+), metanogênicas e protozoários os mais susceptíveis, e do efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com consequente redução do contato destas com agentes de digestão (PALMIQUIST; MATTOS, 2011).

Essa toxicidade está relacionada a natureza anfifílica dos ácidos graxos, ou seja, aqueles solúveis, tanto em solventes quanto em água. Dessa forma, os microrganismos do rúmen realizam o processo de biohidrogenação, como um mecanismo de autodefesa que converte ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados (PALMIQUIST; MATTOS, 2011). Nesse processo, os ácidos graxos provenientes da dieta são hidrolisados e, em seguida os poli-insaturados são rapidamente hidrogenados pelos microrganismos do rúmen, resultando na produção de ácidos graxos saturados (principalmente ácido esteárico, C18:0). Esta é uma das principais razões pela alta concentração ácidos graxos saturados na carne de ruminantes. Neste

processo são formados ainda, intermediários importantes, como o ácido c9, t11 CLA e ácido vacênico (t11, 18:01), (KIM et al., 2009),

O uso de fontes de lipídios, tanto de origem animal quanto vegetal, em dietas para ruminantes ainda é motivo de muitas contradições, haja vista o conhecimento ainda restrito dos níveis e das formas de inclusão e de seus efeitos no consumo, o excesso de ácidos graxos também apresenta efeito tóxico sobre os microrganismos ruminais (CHALUPA et al., 1986). Dietas ricas em lipídios podem reduzir a digestão de matéria seca e, conseqüentemente, reduzir a disponibilidade de energia (TITI & AWAD, 2007; SANTOS et al., 2008; STURMEY et al., 2009).

Outros fatores que podem afetar na nutrição de ruminantes incluem, a aceitabilidade das dietas, o efeito sobre as motilidades ruminal e intestinal, a liberação de hormônios intestinais e a oxidação das gorduras pelo fígado (NRC, 2001). Além disso, dietas ricas em ácidos graxos de cadeia longa também aumentam a gliconeogênese hepática, devido a um aumento na produção de propionato no rúmen (LAMMOGLIA et al., 1997).

O valor máximo recomendado de lipídios nas dietas é de 6,6% (PINTO & MILLEN, 2016), devido ao consumo ser geralmente comprometido em altas temperaturas (PALMQUIST & MATOS, 2011). Acima destes valores, a digestão da fibra no rúmen pode reduzir e levar à menor disponibilidade de energia. Portanto, é fundamental considerar a fonte lipídica e o seu nível de inclusão na dieta para minimizar os efeitos sobre os microrganismos e a fermentação ruminal (JENKINS, 1993). A utilização de lipídios apresenta-se como uma das principais fontes energéticas na alimentação de ruminantes, porém é importante ressaltar aos níveis de inclusão nas dietas para evitar transtornos no rúmen e intestinos, que pode resultar em redução do consumo e digestibilidade da dieta.

Outro efeito dos lipídeos sobre a fermentação ruminal é sobre a redução da fermentação dos carboidratos estruturais. Sendo que o grau de redução depende das fontes de fibra e de lipídeos (VALADARES FILHO et al., 2006). A composição da dieta basal também pode interferir em como uma fonte lipídica afeta a fermentação (JENKINS, 1993).

PRINCIPAIS FONTES DOS LIPÍDIOS PARA RUMINANTES

Na nutrição de ruminantes, as formas mais comuns de lipídeos oferecidos nas dietas são as sementes de oleaginosas e os óleos vegetais. Dentre esses, diversos podem ser usados conforme suas características e funções para o animal.

As sementes de oleaginosas vêm sendo utilizadas como fonte proteica e energética pelo elevado teor de lipídio presente no interior da semente, o qual é envolto por uma matriz proteica

que pode prevenir uma rápida liberação do conteúdo lipídico da semente no ambiente ruminal e diminuir os efeitos negativos sobre a digestão ruminal da fibra (RENNÓ et al., 2015a), os autores, Palmquist, (1991) e Rennó (2015b) ressaltam que quando fontes de gordura são fornecidas na forma de sementes oleaginosas ocorre uma lenta liberação dos lipídios no ambiente ruminal, fazendo com que a capacidade de biohidrogenação dos microrganismos não seja superada e impedindo, dessa forma, prejuízos na digestibilidade da fibra pelo efeito negativo que as gorduras insaturadas prontamente disponíveis no rúmen podem causar as bactérias fibrolíticas.

As dietas de bovinos contêm lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados (AGI), salientando que as forragens e as sementes oleaginosas têm altas proporções de poliinsaturados, particularmente ácido linolênico e ácido linoléico, que são considerados ácidos graxos essenciais (MILLEN et al., 2016).

A digestão dos lipídeos em ruminantes é um assunto amplo e, à medida que as pesquisas avançam, mais se entende dos mecanismos fisiológicos e, com isso, pode-se interferir em benefício da produção (GONZÁLEZ, 2011). A adição de fontes lipídicas, como os óleos vegetais, vem sendo muito utilizada na alimentação de ruminantes (BOLES et al., 2005; EIFERT et al., 2006; CASTRO et al., 2009) com o objetivo de lograr um produto mais saudável e acessível através da produção de ácidos graxos insaturados, até mesmo o ácido linoleico conjugado (CLA – C18:2 cis-9, trans-11), (MAIA, 2011).

As gorduras e óleos são utilizados na alimentação de ruminantes para promover a substituição de elevadas quantidades de grãos com intuito de aumentar a densidade energética na dieta e melhorar a eficiência alimentar, Lima H.C (2017). Substituindo altos teores de grãos, os lipídeos evitam transtornos causados pela alta ingestão de amido (CHALUPA et al., 1984; PALMQUIST et al., 1993). A adição de lipídeos na ração em níveis superiores a 7% da matéria seca pode prejudicar a degradação do alimento (VALINOTE et al., 2005). No entanto, o fornecimento dos óleos vegetais na forma livre, é um desafio para ação dos microrganismos ruminais, além de estarem prontamente disponíveis para as lipases do fluido ruminal, os óleos vegetais têm alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados (MEDEIROS et al., 2015).

Óleos e gorduras têm sido utilizados na nutrição de ruminantes com o objetivo de aumentar a densidade energética da dieta e a eficiência de utilização de energia, pela redução do incremento calórico (HORTON et al., 1992; VALINOTE et al., 2005). Óleos vegetais vem sendo empregados em pesquisas, como fator de modificação no processo de biohidrogenação, uma vez que podem influenciar no metabolismo microbiano no rúmen, promovendo alterações na composição de ácidos graxos dos produtos gerados (carne, leite e derivados). Ainda assim,

tem alta proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados (SOUSA, 2022), e digestibilidade aparente mais alta que as fontes lipídicas de origem animal (COSTA et al., 2009).

Óleos vegetais são triacilglicerídeos formados pela condensação do glicerol com ácidos graxos, cujas cadeias laterais têm números de carbono variando entre dez e dezoito, em média, de quatorze a dezoito para os tipos de óleos mais abundantes (SOUSA et al., 2013). Os principais tipos de lipídios que entram em contato com o rúmen são os triglicerídeos, fosfolipídios e galactolipídeos que sofrem lipólise, isto é, são hidrolisados pela atividade enzimática de microrganismos ruminais (MAIA, 2011). São oriundos de diferentes sementes, possuem em sua composição ácidos graxos diferenciados e, como resultado, proporcionam efeitos diferentes no perfil lipídico dos produtos gerados. Na maior parte dos lipídios das sementes, o ácido graxo predominante é o linoleico, com algumas exceções importantes incluem o óleo de canola que possui alto teor de ácido graxo oleico (PALMQUIST & MATTOS, 2006). contudo o óleo de mamona com alto teor de ácido ricinoleico (C18.1 OH), além de conter apenas uma ligação dupla possui em sua estrutura uma só hidroxila (MAIA, 2011).

As respostas de suplementação de gordura na dieta diferem entre as espécies de ruminantes (MAIA, 2011). Sabe-se que existem dois tipos de gorduras: as saturadas e as insaturadas; as gorduras saturadas são normalmente sólidas em temperatura ambiente, enquanto que as insaturadas são líquidas. Sendo assim os óleos vegetais são os melhores exemplos de gorduras insaturadas (SOUSA, 2017).

ÓLEO DE SOJA

O Brasil é o maior produtor mundial de grãos, com referência a soja em uma área plantada de 38,502 milhões de hectares, e respectivamente uma produtividade: 3.517 kg/há, que resultou na produção de 135,409 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Os grãos das oleaginosas (soja, girassol) são ricos em lipídeos (20-40% da MS), com elevado conteúdo de triglicerídeos (99%), (GAGLIOSTRO & CHILLIARD, 1992). Produtos à base de soja possuem grande percentual de ácidos graxos insaturados, principalmente o óleo de soja, em média, com 75% de insaturação (COSTA, 2017).

Os óleos vegetais são gorduras obtidas das plantas oleaginosas, exemplo a soja, e são substâncias hidrofóbicas e lipofílicas, formadas principalmente de triacilgliceróis que se apresentam em estado líquido e viscoso nas condições normais de temperatura e pressão, devido ao baixo ponto de fusão. Contêm alta proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos

saturados, e uma digestibilidade aparente mais alta que as fontes lipídicas de origem animal (COSTA et al., 2009).

Além do ácido oleico, outros quatro ácidos graxos são encontrados no óleo de soja, ácidos graxos e estrutura e valores de referência (%) (Palmítico C16:0 – 10,3, Esteárico C18:0 – 3,8, Oléico C18:1 – 22,8, Linoléico C18:2 – 51,0, Linolênico C18:3 – 6,8).

O óleo de soja, por ser rico em ácido linoleico, é o principal precursor do CLA (KHOLIF et al., 2016), e também proporciona um aumento das proporções de propionato nos ácidos graxos voláteis com redução no número total de protozoários e a emissão de metano em ruminantes (MARTINELE et al., 2008).

Fiorentini et al. (2013) trabalhando com grão de soja, gordura protegida pelo rúmen e óleo de soja não encontraram diferença entre as fontes lipídicas em relação a ingestão nem a digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, os tratamentos com óleo de soja e grão de soja foram mais eficientes em relação à ingestão de nutrientes do que a gordura protegida pelo rúmen porque reduziram o número de fungos e protozoários e consequentemente melhoraram a eficiência da síntese proteica microbiana.

O consumo de matéria seca não foi alterado pela inclusão de até 7% do óleo de soja não sendo prejudicial à degradação e, consequentemente, a digestibilidade ruminal conforme reportado por Longo (2020).

Em vacas em estado de lactação, a adição do óleo de soja diminui o consumo de matéria seca, porém, tal efeito, não foi suficiente para afetar a produção de leite. a diminuição do consumo de MS se deve também aos efeitos causados pelo óleo de soja que causam recobrimento das partículas de alimentos (OLIVEIRA, 2018).

Silva et al. (2018) concluíram que suplementação com concentrado com ou sem a inclusão de 7% de óleo de soja na dieta de novilhas não afeta a degradabilidade da MS, FDN e FDA. O mesmo autor salienta que, foi possível observar no presente estudo que o acréscimo de 7% de óleo de soja não foi prejudicial à degradação e, consequentemente, a digestibilidade ruminal, uma vez que a adição de óleo de soja não afetou nenhum dos parâmetros avaliados (SILVA et al., 2018).

Em ovinos suplementados com inclusão de óleos na dieta não influenciaram no consumo de MS, MO, FDN, e não houve diferenças nas devidas fontes utilizadas, mas houve um aumento no pH ruminal dos animais (MAIA et al., 2006). Gomes et al. (2018) com a adição de óleo de soja na dieta de cordeiros em terminação não se mostrou vantajosa.

Costa et al. (2017), ao examinarem o perfil de ácidos graxos e tempo de retenção em novilhos alimentados com feno tropical, com baixa proteína bruta, suplementados com

diferentes fontes lipídicas (controle, coco, semente de algodão e soja, e óleo de peixe), constataram que o tempo de retenção diminuiu com a adição de óleo de soja (14 h), mas não houve diferenças entre outros tratamentos (média de 17 h).

ÓLEO DE GIRASSOL

O girassol é uma das quatro maiores oleaginosas, produtora de óleo vegetal comestível em utilização no mundo se existe uma planta ideal, do qual tudo se aproveita, o girassol está bem próximo dela. Podemos considerar que o girassol traz benefícios tanto para saúde humana quanto animal através de sua ótima característica nutricional e funcional, tendo em vista seus benefícios, como, fonte de proteína nas rações animais, apresentado boa palatabilidade, o uso do girassol na alimentação animal é bastante indicado e deve ser cada vez mais utilizado (BRIEGA et al., 2018).

As sementes de girassol se destacam por conter óleos nobres com grande valor nutricional (COELHO et al., 2012) que são abundantes em ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) e incluem principalmente ácido linoleico (C18:2 n-6) em seu perfil lipídico (OLIVEIRA et al., 2015), sendo este importante para a saúde humana.

PALMQUIST & MATTOS, 2011 ressaltaram que grãos de girassol são ricos em gorduras mono e poliinsaturados com teores de ácidos oleico, linoleico e linolênico próximo a 90% tais ácidos graxos contribuem na prevenção de doenças cardiovasculares e cancerígenas. Os grãos de oleaginosas, como girassol são potencialmente eficientes, uma vez que, por possuir alto valor proteico e energético, elevado teor de ácidos graxos essenciais além de boa relação de polinsaturados/saturados (65,3 %/11,6%), podendo provocar aumento das concentrações de ácidos graxos benéficos à saúde humana, como o ácido linoleico conjugado, na gordura animal (ANDRADE, 1994; MACEDO et al., 2008).

Morgado et al. (2012) em um estudo avaliando a produção in vitro dos gases CO₂ e CH₄ concluíram que a inclusão de óleo às dietas reduz significativamente a produção de CH₄, produção de CO₂ e a produção total de gás.

Em um determinado experimento conduzido por Darabighane et al. (2021) a fermentação ruminal modificou o teor de amido e a digestibilidade dos nutrientes sem influenciar o consumo de MS e as emissões de metano, com a inclusão do óleo de girassol.

Vargas et al. (2017) relataram que houve uma diminuição da digestibilidade verdadeira da matéria seca in vitro. A suplementação na dieta de ruminantes em particular óleo de girassol, causa alguns efeitos favoráveis a fermentação ruminal, concomitantemente a fermentação ruminal é alterada com uma mudança para a produção de mais propionato, sem alteração a

extensão e digestão dos alimentos (VARGAS et al., 2020), a produção de leite e o teor e rendimento de proteína e lactose teve um bom resultado com a suplementação a base de óleo de girassol (FERLAY; CHILLIARD, 2020), consequentemente

Dauber et al. (2022) suplementou cabras com óleo de girassol e teve o resultado com 1,3% na produção de leite em relação ao controle e 7,6% ao se comparar com a soja, o que levou um aumento notável de ácido vacênico e ácido linoleico conjugado. Já alimentando vacas o consumo de forragens tendeu a diminuir com a ingestão de óleo de girassol, mas não afetou a produção de leite a proteína e consequentemente as porcentagens de lactose, a ingestão de ácidos graxos insaturados pode ter causado a decrescente no consumo de forragens (PRIETO-MANRIQUE et al., 2018).

A suplementação com até 50 g/kg óleo de girassol não teve efeito sobre o rendimento de gordura do leite, corroborando com os achados anteriores em vacas alimentadas com dietas com alta forragem contendo 37 g/kg óleo de girassol de dieta (KALSCHEUR et al., 1997).

Vargas (2017) em um estudo com ovinos confinados ressaltou que com o aumento da inclusão do óleo de girassol na dieta dos animais afetou negativamente o desempenho dos animais. A suplementação com óleo de girassol, rico em ácido graxo linoleico, mostrou uma redução na produção e o teor de gordura do leite, e melhorou o balanço de energia no início da lactação quando comparado ao óleo de amendoim, rica em ácido graxo oleico, Rufino (2016).

ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

No Brasil, seja por falta de uma consciência ambiental ou em razão de sérios problemas de saneamento enfrentado pela grande maioria dos municípios brasileiros, parte dos rejeitos decorrentes do consumo humano de óleos vegetais são despejados na rede de esgoto e em mananciais sem o menor tratamento. Fato que se configura um relevante problema ambiental por vários motivos, os quais podemos destacar, dentre outros, a sua relação com a emissão de metano na atmosfera, reconhecido agente causador do efeito estufa e o entupimento de encanamentos e vias sanitárias, obstruindo a passagem de resíduos sólidos.

A produção anual de óleos e gorduras residuais chega a para 1,2 milhão de toneladas (BIODISIEL BR, 2018). Vale ressaltar que cada litro de óleo despejado tem o potencial de contaminar até 1.000 tanques de 500 litros de água, em razão da sua baixa solubilidade, desregulando as taxas de oxigênio e provocando, desta forma, a morte de peixes e outras espécies (GUERRERO-ROMERO; SIERRA, 2011).

Uma vez presente nos sistemas de esgotos, o óleo residual tende a se juntar com materiais orgânicos, solidificando-se, causando entupimentos nas vias sanitárias. Tal quadro é propício

para enchentes e acúmulo de pragas urbanas e vetores de doenças potencialmente fatais. Chegando aos mananciais, sua baixa solubilidade pode diminuir a superfície de contato entre o ar atmosférico e a água, acarretando uma diminuição da oxigenação do manancial e, conseqüentemente, causando um prejuízo para a vida. Da mesma forma, o óleo pode impedir a entrada de luz que alimenta os fitoplanctons desses aquíferos, alterando a cadeia alimentar do ecossistema. Ademais, o processo de decomposição desses rejeitos emite metano na atmosfera, um dos principais gases que causam o efeito estufa (FREITAS et al., 2010).

O óleo residual de fritura é considerado um resíduo da indústria alimentícia e um potente agente poluidor, sendo referido por alguns estudos como fonte alternativa de suplementação lipídica, que pode contribuir tanto para reduzir custos de produção quanto para modificar a composição tecidual da carcaça, além de contribuir para a redução do impacto ambiental, evitando sua destinação inadequada no ambiente (RODRIGUES FILHO et al., 2013). Diferentes tipos de óleos podem ser usados para fritar alimentos, no entanto, o processo de fritura proporciona modificações nas propriedades físicas e químicas do óleo utilizado, com redução dos ácidos graxos insaturados, aumento de espécies reativas ao oxigênio e do grau de hidrólise (CROSA et al., 2014; LIU et al., 2019). Óleo residual resultante da fritura, pode ser utilizado como fonte energética na dieta, já que grande quantidade imprópriamente descartada, um dos grandes apelos para a inclusão de fontes de gordura na alimentação de ruminantes é que o fornecimento de lipídeos na dieta frequentemente melhora a eficiência de conversão de alimentos, ou seja, para uma dieta com gordura pode ser necessário menor consumo de matéria seca para cada quilo de ganho (PEIXOTO et al., 2017).

O óleo residual de fritura contém outros compostos além triacilgliceróis, devido a reações químicas durante o cozimento dos alimentos processado ou alimentos crus. Esses compostos incluem água, ácidos graxos livres, compostos polares e compostos não voláteis que afetam principalmente reações de transesterificação catalítica homogêneas (ATAPOUR et al., 2014). A composição em ácidos graxos também varia consideravelmente, uma vez que os tipos de óleos utilizados para cozinhar são diversos (soja, canola, milho) (FONSECA et al., 2019). De acordo com a Anvisa (1999), a composição percentual de ácidos graxos presentes no óleo residual de fritura: (Palmítico C16:0 – 13,07, Oleico C18:1 – 26,92, Linoleico C18:2 – 49,59, Linolênico C18:3 – 4,46).

Em um determinado estudo feito com a inclusão de óleo de soja residual na dieta de ovinos confinados, confirmou o aumento das concentrações de colesterol e da enzima AST. Porém, tais alterações não foram suficientes para causarem prejuízos à saúde animal (SCARPINO et al., 2014).

Com a inclusão do óleo residual de fritura na dieta influenciou o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo, em g/dia e % do peso e unidade de tamanho de metabólico por ovinos, verificou que as dietas que continham maiores concentrações de óleo residual de fritura (6 e 8%) apresentaram menores médias de consumo desses nutrientes em contrastes às dietas que continham até 4% de inclusão Sousa (2017). Resultados encontrados por Cleef et al. (2016) em experimento com cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas sem adição de óleo, 6% de óleo residual de fritura e 6% óleo de soja comercial, também verificaram que o consumo de MS, PB, FDN e FDA foi menor nas dietas que continham óleos, sendo que essa queda foi mais pronunciada quando os animais consumiram as dietas com óleo residual.

No trabalho desenvolvido por Oliveira (2018) a inclusão de até 9% de óleo residual de fritura na alimentação de cordeiro não influenciou a qualidade da carne. Batista et al. (2020) alimentou cordeiros com adição de 6 % de óleo residual de fritura o que não alterou as características físicas e químicas da carne.

Atividades de alimentação, ruminação, repouso e nos parâmetros de mastigação dos cordeiros não foram influenciados pela inclusão do óleo residual de fritura na dieta de cordeiros. Todavia a eficiência da ruminação foi reduzida com adição do óleo residual de fritura (PEIXOTO et al., 2018).

Ao suplementar com óleo residual de frituras, 20 cordeiros da raça Santa Inês, Rego et al. (2021) observou que não teve efeitos negativos sobre o consumo e digestibilidade da MS e nutrientes da dieta ou sobre o nitrogênio, indicando que o óleo residual pode ser utilizado como fonte alternativa de suplementos lipídicos na dieta de ovinos, sem prejudicar os padrões de fermentação ruminal.

Oliveira et al. (2017) ao avaliar dietas para cordeiros da raça Santa Inês a base de óleo residual de frituras concluiu que a alimentação de diferentes concentrações de óleo residual de fritura afeta a alimentação e as atividades recreativas de ovinos mantidos em gaiolas metabólicas, no entanto, as concentrações estudadas não afetaram as variáveis de ruminação e a frequência de consumo de água, urina e fezes.

Peixoto et al. (2017), alimentando cordeiros como fonte principal diferentes níveis de óleo residual de frituras concluíram que a adição de óleo residual de fritura às dietas de ovinos pode afetar o consumo de nutrientes sem afetar a digestibilidade da maioria dos nutrientes (com exceção do EE), balanço de nitrogênio e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal.

REFERÊNCIAS

- AFERRI, G.; LEME, P.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1651-1658, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000500027>
- ANDRADE, A. D. Ácidos graxos ômega-3 em peixes, óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis. 1994, Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 1994.
- ANVISA. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999, Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 82 - 87, 1999.
- ATAPOUR, M.; KARIMINIA, H. R.; MOSLEHABADI, P. M. Optimization of biodiesel production by alkali-catalyzed transesterification of used frying oil. **Process Saf Environ Prot**, v. 92, n. 2, pág. 179-185, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2012.12.005>
- BALDWIN, R. L.; SMITH, N. E.; TAYLOR, J.; SHARP, M. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v. 51, n. 6, p. 1416–1428, dez. 1980. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1981.5161416x>
- BATISTA, N. V.; SILVA, N. L.; LIMA, V. L. M.; SANTOS, N. D. O.; OLIVEIRA, P. V. C.; PINTO, M. M. F.; LIMA, P.O. Efeito da dieta rica em grãos e óleo residual de fritura na qualidade da carne ovina. **Research, Society And Development**, v. 9, n. 10, p. e1049108289, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8289>
- BOLES, J. A.; KOTT, R. W.; HATFIELD, P.G.; BERGMAN, J.W.; FLYNN, C. R. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 9, p. 2175-2181, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.2527/2005.8392175x>
- BOTHAM, K. M.; MAYES, P.A. Lípidios de Importância Fisiológica. **Harper Bioquímica Ilustrada**. v. 29, p.140 -151, 2007.
- BRIEGA, D.; SOUSA, R. F.; SOUSA, R. T. M.; GOBETTI, S. T. C.; PENA, A. F. Métodos de utilização do girassol. **Revista Terra e Cultura**, v. 1, n. 33, p. 1-9, abr. 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-vet/article/view/35>>. Acesso em: 14 dez. 2022.
- BUCCIONI, A.; DECANDIA, M.; MINIERI, S.; MOLLE, G.; CABIDDU, A. 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**, v. 174, n. 1, p. 1-25, jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.02.009>
- CAETANO, G. A. O.; FONSECA, A. A.; FIGUEIREDO, C. B. Lipid content and composition as a management tool for cattle nutrition. **Research, Society And Development**. v. 9, n. 7, p. e334974037, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4037>
- CARNEIRO, M. M. Y.; MORAIS, M. G.; GOES, R. H. T. B.; FILHO, E. C. C.; COSTA, T. G.; BATISTA, R. S.; DUARTE, L. L.; SOUZA, A. R. D. L. Lipídios Na Dieta De Ruminantes.

IN: **ANAIS DA X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ / UFMS**. Campo Grande – MS. 2017. Disponível em: <https://famez.ufms.br/files/2015/09/LIP%C3%8DDIOS-NA-DIETA-DE-RUMINANTES.pdf>. Acesso: 14 dezembro 2020.

CASTRO, T.; MANSO, T.; JIMENO, V.; DEL ALAMO, M.; MANTECÓN, A. R. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 84, n. 1, p. 47-53, jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.05.005>

CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ANDREW, E. E.; KRONFELD, D. S.; SKLAN, D.; PALMQUIST, D. L. Ruminal fermentation "in vitro" of long chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**. v. 69, n. 5, p. 1293-1303. mai.1986. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80535-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80535-5)

CHURCH, D. C. **El rumiante: fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1998.

CLEEF, F. O. S. V.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'AUREA, A. P.; ALMEIDA, M. T. C.; PEREZ, H. L.; CLEEF, E. H. C. B. V. 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, abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.012>

COCCO, J.M. Efeito Da Inclusão Grão De Girassol Nas Características Da Carcaça E Carne De Bovinos Confinados. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria RS. Pós-Graduação em Zootecnia, 2020.

COELHO, C. S.; GAMA, J. A. N.; OLIVEIRA JUNIOR, L. A. T.; SILVA, B. S. F.; SOUZA, V. R. C.; ENDRINGER, D. C.; LENZ, D. Use of extracts of sunflower-seed oil (*Helianthus annuus* L.) for the treatment of cutaneous injuries in equine metatarsus: a case report. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 125-129, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100018>

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, Safra 2020/2021 -oitavo levantamento. 2021. Disponível: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>. Brasília, v. 8, p. 1-115. Acesso em: 04 abr. 2021.

COSTA, D. F. A.; QUIGLEY, S. P.; ISHERWOOD, P.; MCLENNAN, S. R.; SUN, X. Q.; GIBBS, S. J.; POPPI, D. P. The inclusion of low quantities of lipids in the diet of ruminants fed low quality forages has little effect on rumen function. **Anim. Feed Sci. Technol.** v. 234, p. 20–28. dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.003>

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 307-321, jul. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300031>

COSTA, R. V. Avaliação De Fontes Lipídicas Na Digestão In Vitro De Forragem Tropical. 2017. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá – MT.2017.

CROSA, M. J.; SKERL, V.; CADENAZZI, M.; OLAZÁBAL, L.; SILVA, R.; SUBURÚ, G.; TORRES, M. Changes produced in oils during vacuum and traditional

CZERKAWSKI, J. W. Microbial fermentation in the rumen. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 43, n. 2, p. 101-118, jun. 1984. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS19840035>

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Artmed. p. 132-176. 2010.

DARABIGHANE, B.; TAPIO, I.; VENTTO, L.; KAIRENIUS, P.; STEFANSKI, T.; LESKINEN, H.; SHINGFIELD, K. J.; VILKKI, J.; BAYAT, A. R. Effects of Starch Level and a Mixture of Sunflower and Fish Oils on Nutrient Intake and Digestibility, Rumen Fermentation, and Ruminal Methane Emissions in Dairy Cows. **ANIMALS**, v. 11, n. 5, p. 1310, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11051310>

DAUBER, C.; CARRERAS, T.; DANIEL, G. C.; CABRERA, F.; LISCANO, A.; VICENTE, G.; BRITOS, A.; CARRO, S.; CAJARVILLE, C.; GÁMBARRO, A.; VIEITEZ, I. Adding sunflower or soybean oil to goat's pasturebased diet improves the lipid profile without changing the sensory characteristics of milk. **Journal of Applied Animal Research**, v. 50, n. 1, p. 204-212, març. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2022.2056464>

DEVILLARD, E.; MCINTOSH, F. M.; DUNCAN, S. H.; WALLACE, R. J. Metabolism of linoleic acid by human gut bacteria: different routes for biosynthesis of conjugated linoleic acid. **Journal of Bacteriology**, v. 189, n. 6, p. 2566-2570, març. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1128/JB.01359-06>

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, n. 3-4, p. 379-396, fev. 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90039-6)

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, M. V. M.; ARCURI, P. B.; CAMPOS, J. M. S.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 211-218, fev. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100027>

ESTEVEZ, W.; SOARES, L. A.; HARTMAN, L.; PEREIRA, A. S. Determinação de lipídios, incluindo ácidos graxos de cadeia média, em fezes humanas. **Clinical Chemistry**, v. 28, n. 4, p. 603-605, abr. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1093/clinchem/28.4.603>

FELDMAN, E. B.; KRIS-ETHERTON, P. M.; KRITCHEVSKY, D.; LICHTENSTEIN, A. H.; Position paper on trans fatty acids. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 63, n. 5, p. 663-670, mai. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/63.5.663>

FERLAY, A.; CHILLIARD, Y. Effect of linseed, sunflower, or fish oil added to hay-, or corn silage-based diets on milk fat yield and *trans*-C18:1 and conjugated linoleic fatty acid content in bovine milk fat. **Livestock Science**, v. 235, p. 104005, mai. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104005>

FERNANDES, C. C. L. Desenvolvimento in vitro de oócitos oriundos de cabras alimentadas com diferentes níveis de lipídios. 2012. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciências Veterinárias) Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

FIORENTINI, G.; MESSANA, J. D.; DIAN, P. H. M.; REIS, R. A.; CANESIN, R. C.; PIRES, A. V.; BERCHIELLI, T. T. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred

heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, n. 1, p. 26-34, abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.01.011>

FONSECA, J. M.; TELEKEN, J. G.; ALMEICA, V. C.; SILVA, C. Biodiesel from waste frying oils: Methods of production and purification. **Energy Conversion and Management**, v. 184, p. 205-218, març. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.061>

FREITAS, C. D.; BARATA, R. D. R.; NETO, L. M. S. Utilização do óleo de cozinha usado como fonte alternativa na produção de energia renovável, buscando reduzir os impactos ambientais. IN: XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção. São Carlos, 2010.

frying of potato chips. **Food chemistry**, v. 146, p. 603-607, març. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.132>

GAGLIOSTRO, G. A.; CHILLIARD, Y. Utilizacion de Lipidos Protegidos en la Nutricion de Vacas Lecheras. I. Efectos sobre la Producción y la Composición de la Leche, y sobre la Ingestión de Materia Seca y Energía. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 12, n.1, p. 1-15, 1992. Disponível em: <https://hal.inrae.fr/hal-02715519>. Acesso em: 15 dez. 2022.

GOES, R.H.D.T.; SILVA, L.H.X.D.; & SOUZA, K.A.D. Alimentos e alimentação animal. **Coleção Cadernos Acadêmicos**. p 11, 2013.

GOMES, V. G. Q.; SILVA, W. M.; SALVADOR, F. M.; AMARAL, P. N. C.; CARVALHO, C. L.; DO BEM, R. D.; PEREIRA, R. F.; ROSA, G. G. Níveis De Inclusão De Óleo De Soja Na Dieta De Cordeiros Em Terminação. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 55, **Congresso Brasileiro De Zootecnia**, Goiânia, 28º Congresso Zootec, agos. 2018.

GONZÁLEZ, F. H. D. DIGESTÃO DE LIPÍDEOS EM RUMINANTES. In: Seminário apresentado pelo aluno ELIO RAVAZI DE OLIVEIRA na disciplina BIOQUIMICA DO TECIDOANIMAL, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Rio Grande do Sul, 2011.

GRECO, L. F.; NEVES NETO, J. T.; PEDRICO, A.; FERRAZZA, R. A.; LIMA, F. S.; BISINOTTO, R. S.; MARTINEZ, N.; GARCIA, M.; RIBEIRO, E. S.; GOMES, G. C.; SHIN, J. H.; BALLOU, M. A.; THATCHER, W. W.; STAPLES, C. R.; SANTOS, J. E. P. Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on performance and inflammatory responses to a lipopolysaccharide challenge in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**. v. 98, n. 1, p. 602-617, jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8805>

HARFOOT, C. G. Lipid metabolism in the rumen. **Progress in lipid research**, v. 17, n. 1, p. 21-54, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-023789-3.50006-4>

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. **The rumen microbial ecosystem**. In: HOBSON, H.D. (Ed.). New York: Elsevier Science, p.285-322. 1988.

HORTON, G. M. J.; WOHLT, J. E.; PALATINI D. D.; BALDWIN J. A. Rumen-protected lipid for lactating ewes and their nursing lambs. **Small Rumin Res**. v. 9, n. 1, p. 27-36, out. 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(92\)90053-7](https://doi.org/10.1016/0921-4488(92)90053-7)

IKWUEGBU, O. A.; SUTTON, J. D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 48, n. 2, p.365-375, set. 1982. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN19820120>

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p. 3851-3863, dez. 1993. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77727-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9)

KALSCHEUR, K. F.; TETER, B. B.; PIPEROVA, L. S. Effect of fat source on duodenal flow of trans-C18: 1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 9, p. 2115-2126, set. 1997. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76157-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76157-5)

KEMP, P.; WHITE, R. W.; LANDER, D. J. The hydrogenation of unsaturated fatty acids by five bacterial isolates from the sheep rumen, including a new species. **Microbiology**, v. 90, n. 1, p.100-114, set. 1975. DOI: <https://doi.org/10.1099/00221287-90-1-100>

KHOLIF, A. E.; MORSY, T. A.; TAWAB, A. B. D.; ANELE, A. M.; GALYEAN, M. L. Effect of Supplementing Diets of Lactating Anglo-Nubian Goats with Soybean and Flaxseed Oils on Lactational Performance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 31, p. 6163-6170, jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02625>

KIM, E. J.; HUWS, S. A.; LEE, M. R. F.; SCOLLAN, N. D. Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. **Asian-Australas J Anim Sci**. v. 22, n. 9, p. 1341-50, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.r.11>

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

LAMMOGLIA, M. A.; WILLARD, S. T.; HALLFORD, D. M.; RANDEL, R. D. Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 β , 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F2 α and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v.75, n. 6, p.1591-1600, jul. 1997. DOI: <https://doi.org/10.2527/1997.7561591x>

LANA, R. P. **Nutrição e Alimentação Animal –Mitos e Realidades**. Editora Suprema Gráfica e Editora Ltda, Viçosa MG, 2005. 344p.

LIMA, H.C. **Características De Carcaça De Ovinos Alimentados Com Óleos Vegetais Regionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 2017.

LIU, Y.; LI, J.; CHENG, Y.; LIU, Y. Effect of frying oils' fatty acid profile on quality, free radical and volatiles over deep-frying process: A comparative study using chemometrics. **LWT**, v. 101, p. 331-341, març. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.033>

LONGO, M.L. **Produção e composição nutricional de Moringa oleifera cultivada em diferentes espaçamentos e Óleo de soja na dieta de ovinos: produção e qualidade do leite**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná, MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 2020.

MACEDO, V. P.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA, A. C.; MONTEIRO, A. L. G.; MACEDO, F. A. F.; SPERS, R.C. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de**

Zootecnia, v. 37, n. 10, p. 1860- 1868, out. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001000021>

MACHADO, N. A. F. **Biohidrogenação ruminal e digestão de ácidos graxos em ovinos alimentados com dietas contendo óleos de babaçu ou buriti**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 2018.

MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; MACEDO, F. A. F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000500032>

MAIA, M. R.; CHAUDHARY, L. C.; BESTWICK, C. S.; Richardson, A. J.; McKain, N.; Larson, T. R.; Graham, I. A.; Wallace, R. J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BioMed Central Microbiology**, v. 10, n. 52, p. 2-10, feb. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>.

MAIA, M.O. **Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, a composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite**. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MARTINELE, I.; EIFERTI, E. C.; LANA, R. P.; ARCURI, P. B.; D'AGOSTO, M. Efeito da monensina e do óleo de soja sobre os protozoários ciliados do rúmen e correlação dos protozoários com parâmetros da fermentação ruminal e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1129-1136, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600025>

MCKAIN, N.; SHINGFIELD, K. J.; WALLACE, R. J. Metabolism of conjugated linoleic acids and 18: 1 fatty acids by ruminal bacteria: products and mechanisms. **Microbiology**, v. 156, n. 2, p. 579-588, fev. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1099/mic.0.036442-0>

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J., **Lipídeos na nutrição de ruminantes**. in: Nutrição de Bovino de Corte: Fundamentos e aplicações. Brasília. EMBRAPA, 176 p., 2015.

MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. B.; PACHECO, R.D.L. **Rumenology**. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2016.

MOON, C. D.; PACHECO, D. M.; KELLY, W. J.; LEAHY, S. C.; LI, D.; KOPECNY, J.; ATTWOOD, G. T. Reclassification of *Clostridium proteoclasticum* as *Butyrivibrio proteoclasticus* comb. nov., a butyrate-producing ruminal bacterium. **International Journal Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 58, n. 9, p. 2041–2045, nov. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijss.0.65845-0>

MOTTA, VALTER T. **Bioquímica Clínica para laboratório: Princípios e Interpretações**. 5ªed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; São Paulo: Robe editorial, EDUCS – Caxias do Sul, 2009.

NOBRE, I. S. **Efeito de diferentes níveis de concentrado e inclusão de gordura protegida na dieta sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2013.

OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Ed. Manole. 2006.

OLIVEIRA, A.; MONTEIRO, E.; FATURI, C.; RODRIGUES, L.; DOMINGUES, F.; RÊGO, A. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo óleo de fritura residual. **Revista De Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n.1, jul. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.60104>.

OLIVEIRA, C.S.B. **Óleo de fritura residual na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

OLIVEIRA, J. T. M. C. B. **Use of residual frying oil in the diet of lambs**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

OLIVEIRA, M.X.D.S. **Suplementação com fontes de ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 em vacas lactantes: efeito sobre a produção e composição do leite**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade de São Paulo, Pirassununga- SP, 2019.

OLIVEIRA, P. A.; OLIVEIRA, R. L.; JAEGER, S. M. P. L.; LEITE, M. C. P.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CORREIA, B. R.; FILHO, N. B. S. Intake and digestibility, rumen fermentation, and concentrations of metabolites in steers fed with peanut cake. **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 2, p. 403-409, fev. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0965-6>

OLIVEIRA, P. V. C.; BATISTA, N. V.; SILVA, N. L.; MELO, V. L. L.; FIRMINO, S. S.; SOUZA, J. T.; ARAÚJO, B. V. S.; NETO, C. O. A.; OLIVEIRA, P. V. C.; PINEDO, L. A.; LIMA, P. O. Evaluation of lamb carcass in containment system fed with 100% concentrated diet and diet with residual oil inclusion. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e959998196, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8196>

PACHECO, R. D. L.; JOHNSON, B. J.; SIQUEIRA, G. R.; CERVIERI, R. C.; CARVALHO, J. C. F.; BURIM, M. R.; BASTOS, J. P. S. T. **Uso de Gordura Protegida em Bovinos de Corte**. In: 1º SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 1º, 2016, Dracena. Anais... Dracena: Unesp, 2016.

PALMQUIST D.L.; MATTOS W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: Berchielli T.T, Pires AV, Oliveira SG. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep; 2011.

PALMQUIST, D. L. Adding fat to dairy diets. **Animal Health Nutrition**, 1987.

PALMQUIST, D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lacting cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1351-1360, abr. 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78290-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78290-8)

PALMQUIST, D. L. The feeding value of fats. **Feed science**, v. 12, p. 293-311, 1988.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. cap. 10, p. 287-310, 2006.

PEIXOTO, E. L. T.; MIZUBUTI, I. K.; SALES, E. P.; PIMENTEL, P. G.; PRADO-CALIXTO, O. P.; SILVA, L. D. F.; NEUMANN, M.; RIBEIRO, E. L. A.; MOURA, E. S.; JÚNIOR, F. L. M. Diets for sheep whit levels of residual frying oil consequences on ingestive behavior. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 383-392, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n1p383>

PEIXOTO, E. L. T.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; MOURA, E. S.; PEREIRA, E. S.; PRADO, O. P. P.; PIRES, K. A. 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, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0970>

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D.D. **Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso**. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 10., 2016, Viçosa. Anais... v.1. Viçosa/MG: UFV, 2016. p. 103-120.

POLAN, C. E.; MCNEILL, J. J.; TOVE, S. B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. **Journal of Bacteriology**, v. 88, n. 4, p.1056-1064, out. 1964. DOI: <https://doi.org/10.1128/jb.88.4.1056-1064.1964>

PRIETO-MANRIQUE, E.; MAHECHA-LEDESMA, L.; VARGAS-SÁNCHEZ, J. E.; ARIZALA, A. J. The effect of sunflower seed oil supplementation on the milk fattyacid contents of cows fed leucaena in an intensive silvopastoral system. **Animal Feed Science and Technology**, vol. 39, p. 55-65, mai. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.003>

RÊGO, A. C.; OLIVEIRA, C. S. B.; AFONSO, L. E. F.; AZEVEDO, J. C.; MACHADO NETO, O. R.; MONTEIRO, E. M. M.; DOMINGUES, F. N.; FATURI, C. Yellow grease in sheep diets: intake and digestibility. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 3, p. 684-692, mai/jun 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12110>

RENNÓ, F. P.; CÔNSOLO; N. R. B.; BARLETTA, R. V.; VENTURELI, B.; GARDINAL, R.; TAKIYA, C. S.; GANDRA, J. R.; PEREIRA, A. S. C. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. **Archivos de zootecnia**. v. 64, n. 248, p. 332, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49543393004>. Acesso em: 15 dez. 2022.

RODRIGUES FILHO, M.; ANDRADE, I. F.; LADEIRA, M. M.; RODRIGUES, N. E. B.; LOPES, L. S. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 54-66, març. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/K5WFRBpGXyCBGdd6g9dVXNs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2022.

RUFINO, M. D. O. A. **Suplementação com óleos de amendoim e girassol para vacas leiteiras a pasto no início da lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, jul. 2016.

SANTOS, J. E. P; BILBY, T. R.; THATCHER, W. W.; STAPLES, C. R.; SILVESTRE, F. T. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. **Reproduction of Domestic Animals**, Gainesville, Florida, v. 43, p. 23-20, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01139.x>

SCARPINO, F. B. O.; EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, D. A. V.; VAN CLEEF, E. H. C. B. Óleo de soja e óleo de soja residual em dietas para ovinos confinados: parâmetros sanguíneos. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 207-210, 2014. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n241/nota3.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SILVA, F. R. F.; CARVALHO, G. A.; CRUZ, P. G.; SALMAN, A. K.; SCHIMITT, E. Degradabilidade do capim-marandu manejado sob pastejo por vacas suplementadas ou não com óleo de soja. **Pubvet**, v. 12, n. 4, p. 1-7, abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a69.1-7>

SILVA, L. S. Soy oil as a lipid supplement for dairy ruminants and precursor of anti-obesity factor in milk - review. **Science and Animal Health**, v. 8, n. 2, p. 158-175, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15210/sah.v8i2.18372>

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A.F.; SARMENTO, J. L. R.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, S. P. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.1, p. 257-267, fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000100030>

SIMIONATTO, M.; MAEDA, E. M. Gordura protegida na dieta para ovinos. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**, v. 18, n. 12, p. 1-18, dez. 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63654640010>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **QUÍMICA ORGÂNICA**, v. 2, n. 8, RIO DE JANEIRO, LTC, 2006.

SOUSA, J. M. **Desempenho produtivo de ovinos confinados submetidos a dietas contendo óleo de buriti e babaçu**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2017.

SOUSA, L. C.; ROCHA, E. D.; ROCHA, C. P. Análises de óleos vegetais e óleo residual bruto por cromatografia gasosa visando à produção do biodiesel. **Conexão ci.: r. cient.** UNIFOR-MG, Formiga, v. 8, n. 2, p. 85-91, 2013.

SOUSA, S. O. **Consumo e Digestibilidade em Ovinos Submetidos a Dietas Contendo Óleo Residual De Fritura**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Pará, 2017.

SOUSA, S. V. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Veterinária e Zootecnia**, v. 29, p. 1-12, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.35172/rvz.2022.v29.692>

SOUZA, J. G. D. **Ácidos graxos de cadeia média na alimentação de ruminantes**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal da Bahia, Salvador- BA, out. 2017.

STURMEY, D. G.; REIS, A.; LEESE, H. J.; MCEVOY, T.G. Role of Fatty Acids in Energy Provision During Oocyte Maturation and Early Embryo Development **Reproduction of Domestic Animals**, v. 44, p. 50-58. Jul. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01402.x>

SUBURÚ, G.; TORRES, M. Changes produced in oils during vacuum and traditional frying of potato chips. **Food chemistry**, v. 146, p. 603-607, març. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.132>

TITI, H. H.; AWAD, R. Effect of dietary fat supplementation on reproductive performance of goats. **Animal Reproduction**, v.4, n.1-2, p.23- 30, jan/jun. 2007. Disponível em: <https://animal-reproduction.org/article/5b5a6078f7783717068b47a1/pdf/animreprod-4-1-23.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R., VALADARES, R. F. D. **Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil. II. Proteína. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**, Suprema Gráfica Editora, v. 1, p. 75-84, Viçosa, MG: UFV, DZO, 2006.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 161-189, 2011.

VALADARES FILHO, S. D. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Suprema Gráfica Editora, 1.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2006.

VALENTE, A.; IRIBARREN, D.; DUFOURA, J. Harmonised life-cycle global warming impact of renewable hydrogen. **J. Clean. Prod.** v. 149, p. 762-772, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.163>

VALINOTE, A. C.; CARLOS, J.; NOGUEIRA, M.; LEME, P. R.; SILVA, L.; CUNHA, J. A. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Rev Bras Zootec**, v. 34, n. 34, p. 1418-1423, ago. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400040>

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; FERRERAS, L. L.; SNELLING, T. J.; RUIZ, D. R. Y.; ESTRADA, C. G.; LÓPEZ, S. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, vol. 10, n. 1613, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58401-z>

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; SNELLING, T. J.; LÓPEZ-FERRERAS, L.; YÁÑEZ-RUIZ, DR.; GARCÍA-ESTRADA, C.; LÓPEZ, S. Effect of Sunflower and Marine Oils on Ruminant Microbiota, In vitro Fermentation and Digesta Fatty Acid. **Frontiers in Microbiology**, vol. 8, n. 1124, jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01124>

VARGAS, L. E. D. P. **Coprodutos do beneficiamento de girassol na dieta de ovinos confinados**. Dissertação. (Mestrado Em Ciência Animal) Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2017.

VERDUGO, A. C. **Effect of lipid supplementation on ruminal epithelial membrane fatty acid composition and short-chain fatty acid absorption**. Thesis (College of Graduate Studies and Research)-University of Saskatchewan, Saskatoon, 2016.

VIEITEZ, I.; CALLEJAS, N.; IRIGARAY, B.; PINCHAK, Y.; MERLINSKI, N.; JACHMANIÁN, I.; GRAMPONE, M.A. Acid value, polar compounds and polymers as determinants of the efficient conversion of waste frying oils to biodiesel. **Journal of the**

American Oil Chemists' Society, v. 91, n. 4, p. 655-664, abr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2393-y>

WATTIAUX, M.A.; GRUMMER, R.R. **O metabolismo de lipídeos em bovinos leiteiros**. Madison: University of Wisconsin, 2006. Disponível em: http://www.babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/pt/de_04.pt.pdf. Acesso em: 15 dez. 2022.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 703-710, abr. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200040>

PODE O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS SER UMA ALTERNATIVA AS FONTES TRADICIONAIS DE ÓLEOS VEGETAIS PARA DIETAS DE OVINOS?

Artigo redigido conformes normas da revista Animal Open Space (Exceto o inglês)

PODE O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS SER UMA ALTERNATIVA AS FONTES TRADICIONAIS DE ÓLEOS VEGETAIS PARA DIETAS DE OVINOS?

RESUMO: Objetivou-se avaliar fontes de óleos vegetal em dietas para ovinos sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal e síntese de proteína microbiana, e comportamento ingestivo. Foram utilizados 12 cordeiros, sem raça definida, não castrados ($45,00 \pm 8$ kg de peso corporal), distribuídos em um triplo quadrado latino 4x4. Os tratamentos avaliados foram: dieta controle sem presença de óleos vegetais e dietas contendo 2% da MS de uma das seguintes fontes de óleo: soja, girassol e residual de frituras. As dietas foram balanceadas para serem isonitrogenadas, com uma relação volumoso: concentrado de 40:60. Foram avaliados comportamento ingestivo, índice de seleção de partículas, consumo e digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Houve redução no consumo de MS na ordem de 11% quando comparadas as fontes de óleos vegetais com a dieta sem óleo. Houve redução da digestibilidade da PB e FDN, na ordem de 5 e 8%, respectivamente, quando comparadas as fontes de óleos com a dieta controle. Como tempos gasto com alimentação e ruminação não sofreram alterações dos óleos refletiu no pH e NH_3 que também não sofreram efeito da adição de óleos. Houve efeito sobre a síntese de proteína microbiana, onde as dietas com óleos de soja, girassol e residual de fritura, tiveram uma maior eficiência e maior síntese de proteína microbiana. Pode utilizar as fontes de óleos vegetais em dietas para cordeiros em crescimento sem causar prejuízos ao ambiente ruminal ou interferir no crescimento microbiano.

Palavras-chave: Consumo, Cordeiros, Densidade energética, Extrato etéreo, Síntese de proteína microbiana

Can residual frying oil be an alternative to traditional sources of vegetable oils for sheep diets?

ABSTRACT: The aim of this research was to evaluate sources of vegetable oils in lamb diets on intake, digestibility, ruminal fermentation parameters, and microbial protein synthesis. Twelve mixed-breed, non-castrated lambs (45.00 ± 8 kg of body weight) were used and distributed in a 4x4 Latin square design, triple. The evaluated treatments were: a control diet without vegetable oils and diets containing 2% DM from one of the following oil sources: soybean, sunflower, and residual frying. The diets were balanced to be isonitrogenous with a roughage:concentrate ratio of 40:60. Ingestive behavior, particle selection index, intake and digestibility, ruminal fermentation parameters, nitrogen balance, and microbial protein synthesis were evaluated. There was an 11% reduction in DM intake when comparing the vegetable oil sources to the oil-free diet. Furthermore, the digestibility of CP and NDF decreased by 5% and 8%, respectively, when comparing the oil sources to the control diet. As the time spent with feeding and rumination did not change with the addition of oils, it reflected in the pH and NH₃, which also did not show any effect. However, there was an effect on microbial protein synthesis, where diets with soybean oil, sunflower, and frying residue had greater efficiency and synthesis of microbial protein. Based on the results, it is possible to conclude that vegetable oil sources can be used in diets for growing lambs without causing damage to the ruminal environment or interfering with microbial growth.

Keywords: Intake, Lambs, Energy density, Ether extract, Microbial protein synthesis.

INTRODUÇÃO

A produção de animais ruminantes é uma importante fonte de proteína (leite e carne) para a humanidade. No entanto, com o avanço do crescimento da população humana, faz com que os sistemas de produção de alimentos se intensifiquem. Além da intensificação outro aspecto importante a ser considerado é relacionado a sustentabilidade. Assim nesse contexto, busca de novas alternativas nos sistemas de produção animal tem surgido ao longo do tempo, dentre as quais o uso de fontes de óleos vegetais, na alimentação de ruminantes.

O uso de óleos vegetais tem algumas vantagens ao sistema produtivo, como: ser mais energético quando comparado aos carboidratos, melhorar as características físicas da dieta, melhorar a palatabilidade e reduzir a quantidade de metano entérico emitido (IBRAHIM et al., 2021).

Muitas tem sido as fontes de óleos vegetais estudadas ao longo do tempo como os óleos de soja, girassol, canola, palma, dendê, dentre outras. No entanto, pouca ênfase tem sido dada a fontes alternativas como o óleo residual de frituras. O emprego do óleo residual de frituras apresenta, além das vantagens supracitadas, a possibilidade da redução do custo produtivo e um melhor destino para aproveitamento desse resíduo.

Estima-se que no Brasil são produzidos, por ano, cerca de 3 bilhões de litros de óleo vegetal destinados à alimentação, sendo que, apenas aproximadamente 1% desse valor é descartado corretamente após o uso, enquanto todo o resto é lançado sem nenhum devido tratamento na natureza (SOUSA et al., 2021) além disso, cada litro de óleo despejado no esgoto tem capacidade para poluir até 25 mil litros de água (RODRIGUES et al., 2021). O óleo residual do processo de fritura é fonte de problemas ambientais quando descartado de forma inadequada, poluindo corpos d'água e prejudicando seus ecossistemas.

Estudos anteriores utilizando o óleo residual de frituras, tem se concentrado em encontrar o melhor nível de inclusão e pouca ênfase foi dado na comparação dos efeitos direto dessa fonte de óleo vegetal com demais fontes amplamente utilizadas. Assim sendo, objetivou-

se avaliar diferentes fontes de óleos vegetais em dietas para ovinos em crescimento e efeitos no consumo, digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal, comportamento ingestivo, metabolismo proteico e síntese de crescimento microbiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Local, animais, delineamento e período experimental

A presente pesquisa foi desenvolvida conforme os princípios estabelecidos pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Grande Dourados (protocolo de aprovação: 028/2022 CEUA / UFGD). O ensaio experimental de campo foi realizado no setor de Nutrição de Ruminantes da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) unidade II, Mato Grosso do Sul, entre os meses de fevereiro de 2022 a setembro de 2022. As demais análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, da mesma universidade.

Para a avaliação de desempenho foram utilizados 12 cordeiros, sem raça definida, não castrados ($45,00 \pm 8$ kg de peso corporal, $9 \pm 0,5$ meses de idade), os animais foram vermifugados antes do período experimental, alocados em gaiolas individuais, distribuídos em delineamento experimental de quadrado latino 4x4, triplo. Os tratamentos avaliados foram:

- 1) Dieta controle: 40% de Feno e 60% de concentrado a base de farelo de milho e grão de soja inteiro;
- 2) Dieta Girassol: 40% de Feno e 60% de concentrado a base de farelo de milho e grão de soja inteiro mais adição de 2% (da MS da dieta total) de óleo de girassol, que era misturado junto aos outros componentes da dieta.
- 3) Dieta Soja: 40% de Feno e 60% de concentrado a base de farelo de milho e grão de soja inteiro mais adição 2% (da MS da dieta total) de óleo de soja, que era misturado junto aos outros componentes da dieta.

4) Dieta óleo residual: 40% de Feno e 60% de concentrado a base de farelo de milho e grão de soja inteiro mais adição de 2% (da MS da dieta total) residual de frituras, que era misturado junto aos outros componentes da dieta.

Cada período experimental teve a duração de 20 dias, sendo de 15 dias de adaptação e 5 dias de coletas de dados. Inicialmente os animais passaram por um período de 10 dias de adaptação a gaiola e ambiente antes de iniciar o experimento, os animais foram pesados e identificados em suas gaiolas metabólicas, e tratados contra ectoparasitas e endoparasitos, vacinados contra clostridioses, e receberam devidas vitaminas.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas providas de cocho e bebedouro individual e alimentados com dieta total duas vezes ao dia, às 07:30 e 15:00, permitir aproximadamente sobras de 10% de modo a garantir consumo *ad libidum*.

As dietas foram balanceadas de acordo com o NRC 2007, para atender a ganhos de peso de 200 g/dia. As dietas foram isonitrogenadas com 14% de proteína, com uma relação volumosa: concentrado de 40:60 sendo utilizado como fonte volumosa o feno de Aveia (*Avena sativa*) e como concentrado milho moído, soja em grão e mistura mineral (Tabela 01).

Tabela 1 - Ingredientes e composição bromatológica da ração total misturada para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo na dieta.

	Feno de aveia	Milho moído	Soja em grão	
Matéria seca (g/kg)	929,32	872,41	900,12	
Matéria orgânica (g/kg de MS)	932,99	988,32	955,07	
Proteína Bruta (g/kg de MS)	35,78	135,00	469,50	
Extrato etéreo (g/kg de MS)	50,70	82,91	195,90	
FDN (g/kg de MS)	634,88	224,37	261,54	
CT (g/kg de MS)	846,51	770,41	289,67	
CNF (g/kg de MS)	211,63	546,04	28,13	
Dietas experimentais				
Inclusão (g/kg)	Controle	Óleo de Soja	Óleo de girassol	Óleo residual de frituras
Feno de aveia	400,00	400,00	400,00	400,00
Milho moído	445,22	430,31	430,31	430,31
Soja em grão	152,78	147,68	147,68	147,68
Óleo de soja	0,00	20,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	0,00	0,00	20,00	0,00
Óleo residual de frituras	0,00	0,00	0,00	20,00
Mistura mineral vitamínica	2,00	2,00	2,00	2,00
Composição química (g/kg de MS)				
Matéria seca (g/kg)	897,66	900,06	900,06	900,06
Matéria orgânica	957,13	957,52	957,52	957,52
Proteína Bruta	146,15	141,74	141,74	141,74
Extrato etéreo	87,12	104,89	104,89	104,89
FDN	393,80	389,12	389,12	389,12
CT	725,86	712,90	712,90	712,90
CNF	332,06	323,77	323,77	323,77

Composição química do mineral: Cálcio (mín.) 117,00 g/kg; enxofre (mín.) 18,00 g/kg; fósforo (mín.) 80,00 g/kg; magnésio (mín.) 6.000 mg/kg; cobalto (mín.) 20,00 mg/kg; iodo (mín.) 40,00 mg/kg; manganês (mín.) 1.890,00 mg/kg; selênio (mín.) 15,00 mg/kg; sódio (mín.) 156,00 g/kg; zinco (mín.) 3.015,00 mg/kg; ferro (mín.) 402,00 mg/kg; FDN = fibra em detergente neutro (VAN SOEST & WINE, 1968); FDA = fibra em detergente ácido (VAN SOEST & ROBERTSON, 1968); CT= carboidratos totais (SNIFFEN et al.; 1992); CNF= carboidratos não fibrosos (SNIFFEN et al.; 1992)

As sobras foram coletadas diariamente para ajuste do consumo mediante a pesagem. Nos dias de amostragem as sobras foram coletadas para classificação de tamanhos de partículas e para análises químicas posteriormente.

Composição químico-bromatológica dos alimentos

Os alimentos e sobras foram coletados a cada período de coleta do experimento, colocados em sacos de papel, pesados, identificados e posteriormente pré-secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas.

As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm e, em seguida, acondicionadas em embalagens plásticas identificados para as análises de composição química do alimento: matéria seca (MS, # 934.01), matéria mineral (MM/CZ; #924.05; AOAC, 2000), proteína bruta foi obtida pela técnica micro Kjeldahl (PB #920.87, Nx6,25), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) descrito por (VAN SOEST et al., 1991).

Os valores de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos foram calculados conforme equação descrita por Valadares Filho et al. 2010, sendo $CT = 100 - (PB + EE + MM)$ e $CNF = CT - FDN$, onde: CT = carboidratos totais, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo e MM = matéria mineral; CNF= carboidratos não fibrosos e FDN = fibra em detergente neutro.

O valor de NDT foi estimado conforme equação proposta pelo NRC (2001), em que: $NDT = PBD + CNFD + FDNpD + 2,25 * EED$, onde: NDT = nutrientes digestíveis totais; PBD= proteína bruta digestível; CNFD= carboidratos não fibrosos digestíveis; FDNpD= Fibra em detergente neutro digestível; EED = extrato etéreo digestível.

Comportamento ingestivo

Para a avaliação dos parâmetros comportamentais, no 16º dia de cada período, de 12h (7h às 19h) as medidas comportamentais de cada animal foram registradas através da observação por avaliadores previamente treinados e anotação. A cada 10 minutos foram registrados a frequência de animais se alimentando, em ruminação ou em ócio (MEZZALIRA et al., 2011).

O tempo despendido na atividade mastigatória (mastigação hora/dia) foi avaliado como sendo a soma do tempo na atividade da alimentação mais a ruminação.

Consumo e Digestibilidade

Para a avaliação do consumo, as sobras, foram pesadas diariamente e ajustando o fornecimento para um consumo ad libitum, sendo calculadas sobras em 10%. Foram mensurados o consumo de MS, PB, FDN, FDA, EE, CT e NDT.

Para avaliação da digestibilidade dos nutrientes, amostras de fezes foram colhidas entre o 17º ao 19º dias de cada período experimental, quatro horas após a primeira alimentação do dia. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de uma tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada gaiola. As fezes foram pesadas pela manhã, e retirado aproximadamente 10% do total, o qual foi congelado em freezer a -10 °C para posteriores análises de MS, MO, PB, EE e FDN. Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente foram feitos segundo a equação: $CDA (\%) = [(NUTRing (g) - NUTRexcret (g)) \times 100] / NUTRing (g)$, onde: NUTRing é a quantidade de cada nutriente ingerido, NUTRexcret corresponde ao nutriente excretado nas fezes (ANDRIGUETO, 1986).

O consumo alimentar residual (CAR) foi calculado a partir da diferença entre o consumo de matéria seca estimado (CMSest) e o consumo observado (CMSobs), conforme proposto por Koch et al. (1963).

O CMSest foi modelado com auxílio do programa estatístico R Development Core Team (2010), por regressão do CMSobs em função do peso metabólico ($PM = PV_{\text{médio}}^{0,75}$) e do GMD estimado de 0,200 kg de cada animal durante o período, conforme a equação ($R^2 = 0,34$): $CMSest = 0,09830 + 0,07470 \cdot PV^{0,75} + 0,62617 \cdot GMD$ (PAULA, et al., 2013).

Amostras da dieta e das sobras foram utilizadas para as análises de tamanho médio de partículas (TMP) coletadas durante o período de coletas, pelo método de estratificação de partículas em peneiras utilizando o modelo da Penn State Particle Size Separator, conforme proposto por Lammers et al. (1996).

O separador de partículas utilizado apresenta quatro peneiras com diferentes tamanhos de orifícios. As peneiras foram denominadas de Pen1 a Pen4, onde: Pen1 ficaram retidas partículas

maiores que 19 mm; Pen2 retenção de partículas entre 19 e 8 mm, Pen3 partículas entre 8 e 1,8 mm e Pen4 era uma bandeja com fundo fechado onde ficaram retidas as partículas inferiores a 1,8 mm.

O índice de seleção ou consumo seletivo de partículas das rações experimentais foi determinado pelo consumo real de cada tamanho de partícula consumido entre 24 horas pós-alimentação, sendo expresso como uma porcentagem do consumo predito ou teórico do respectivo tamanho de partícula, conforme as equações descritas abaixo (Leonardi e Armentano 2003): $C RTP * 100 / C P Tp$ em que $C P Tp$ = consumo predito ou teórico por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >1,18 mm; <1,18 mm). $C RTp$ = consumo real por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >1,18 mm; <1,18 mm). $C M St$ = consumo de MS em 24 horas pós alimentação. $C F D N t$ = consumo de FDN em 24 horas pós-alimentação. $D T P t 0$ = distribuição do tamanho de partículas no tempo zero. $D T P t 24$ = distribuição do tamanho de partículas às 24 horas pós-alimentação. $I S$ (% MS ou % FDN) = índice de seleção ou consumo seletivo de partículas. Valores de $I S$ de 100% indicam ausência de seleção por tamanho de partículas, valores <100% indicam rejeição por tamanho de partículas e valores >100% indicam preferência por tamanho de partículas (LEONARDI E ARMENTANO, 2003).

Balanço de nitrogênio e Síntese de proteína microbiana

Nos dias 17 a 19 de cada período de coleta foi realizada coleta total de urina para quantificação do volume urinário. Sendo coletado uma amostra spot de 10mL quatro horas após a alimentação, onde pode-se mensurar as concentrações dos derivados de purinas (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina) por metodologia de Chen e Gomes (1992) para mensuração da síntese de proteína microbiana, com kit comercial (Gold Analisa Diagnostica Ltda, Belo Horizonte, Brasil).

As purinas absorvidas (PA) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação $X = [Y (0,385 \times PV_{0,75})] / 0,85$, em que 0,85 é a

recuperação de purinas absorvidas como DP e $0,385 \times PC_{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC et al., 1990).

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, g N/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X, mmol/dia) utilizando-se uma modificação de equação descrita por Chen & Gomes (1992), substituindo-se a relação N-purina:N-total nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme descrito por Valadares et al. (1999): $Y = 70X / (0,83 \times 0,134 \times 1000)$, em que 70 é o nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N-purina:N total das bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas. A eficiência de síntese microbiana foi calculada da seguinte forma: $ESPBmic = [(0,629 \times PA) \times 6,25] / CNDT$.

Foram avaliados também as concentrações de Nitrogênio total das fezes e urina (AOAC, 2000) para realização do balanço de nitrogênio concomitantemente com o consumo de nitrogênio e excreção de nitrogênio nas fezes e urina:

$$N_{\text{absorvido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}})$$

$$N_{\text{retido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}} + N_{\text{urina}})$$

Fermentação Ruminal

No último dia de coleta de cada período experimental foi realizada coleta de fluido ruminal nos 12 animais mediante uso de sonda oral quatro horas após a alimentação (ORTOLANI, 1981). No fluido ruminal foram avaliados o pH, no momento de coleta, e as concentrações de N-NH₃.

O pH foi determinado imediatamente após a coleta, utilizando um pHmetro digital portátil. Para determinação do nitrogênio amoniacal, foi separada uma alíquota de 40 mL fixada a 1 mL de HCl 1:1 (v:v), congelada a -18°C para posterior análise. A determinação dos teores de N-NH₃ foi realizada conforme o método INCT-CA N-007/1, descrito por Detmann et al. (2012).

A concentração de amônia no líquido ruminal foi estimada pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação prévia da amostra a 1.000 x g, por 15 minutos.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos pressupostos de homoscedasticidade de variâncias (Teste de Bartlett) e normalidade dos resíduos (Shapiro Wilk), uma vez atendido os pressupostos foram submetidos à análise de variância adotando-se nível de significância de 5% no teste F.

Quando não houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) mas as variáveis apresentaram valor de probabilidade abaixo de 10% e sendo variáveis que naturalmente apresentam uma variabilidade alta, foi realizado um novo teste de anova a 10% no teste F. E quando significativo a 5 ou 10% no teste F as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%.

Os dados foram analisados de acordo com a seguinte modelo:

$$Y = \mu + A_i + P_j + Q_k + G_l + \epsilon_{ijklm},$$

Onde: Y= variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($j = 1$ a 12), P_j = efeito do período ($y = 1$ a 4), Q_k = efeito do quadrado ($k = 1$ a 3), G_l = efeito da dieta ($l = 1$ a 4) e ϵ_{ijklm} = erro aleatório, normal e independentemente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

Todos procedimentos estatísticos foram utilizados o software R, versão 4.1.3 (2021). Para os testes de Shapiro e Bartlett foram usadas as funções `shapiro.test` e `bartlett.test`, respectivamente. Para análise de variância foi usada a função `aov`. Todos os três comandos compõem o pacote básico do R. Para o teste de Scott Knott foi usada a função `ScottKnott` do pacote `ScottKnott` (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição das fontes de óleos vegetais fez com que houvesse uma redução na oferta de partículas longas da MS e uma redução geral no tamanho das partículas da FDN oferecida aos animais (Tabela 2). Esse fato deve-se ao efeito substitutivo do milho pelo óleo durante o processo de balanceamento da dieta aos animais.

Tabela 2 - Perfil granulométrico da ração e das sobras e índice de seleção de partículas da matéria seca e fibra em detergente neutro por cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.

	Dietas experimentais				EPM	P-valor
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de girassol	Óleo residual de frituras		
Oferta de matéria seca (g)						
Longas (>19 mm)	754,64a	644,57b	672,00b	691,59b	21,90	0,029
Médias (8 mm)	91,16	87,21	88,28	92,40	6,52	0,804
Curtas (<8, >1,18 mm)	100,87	93,80	92,04	92,63	5,18	0,275
Muito curtas (<1,18 mm)	475,76	436,22	436,75	445,48	12,60	0,213
Sobras de matéria seca (g)						
Longas (>19 mm)**	97,81a	92,75b	96,10a	85,38b	13,52	<0,001
Médias (8 mm)**	26,08a	24,05b	25,63a	22,77b	3,58	<0,001
Curtas (<8, >1,18 mm)**	78,26a	72,15b	76,89a	69,33b	10,75	<0,001
Muito curtas (<1,18 mm)**	19,56a	18,03b	19,22a	17,07b	2,69	<0,001
Índice de seleção matéria seca (%)						
Longas (>19 mm)	90,07	86,71	90,45	89,81	0,78	0,214
Médias (8 mm)	75,13	70,47	65,25	67,23	2,19	0,154
Curtas (<8, >1,18 mm)	43,70	41,89	42,44	26,53	6,13	0,563
Muito curtas (<1,18 mm)	96,85	96,33	96,18	95,45	0,23	0,186
Oferta de fibra em detergente neutro (g)						
Longas (>19 mm)**	299,20a	242,69b	257,20b	266,86b	8,64	<0,001
Médias (8 mm)	36,11	33,39	33,94	35,52	2,53	0,614
Curtas (<8, >1,18 mm)**	39,77a	35,24b	34,84b	36,04b	1,99	0,048
Muito curtas (<1,18 mm)	188,00a	164,59b	166,29b	172,54b	4,96	0,025
Sobras de fibra em detergente neutro (g)						
Longas (>19 mm)	27,26	23,88	25,57	22,52	3,66	0,521
Médias (8 mm)**	9,79a	6,45b	7,59b	7,80b	1,20	0,011
Curtas (<8, >1,18 mm)**	29,37a	19,35b	22,77b	23,41b	3,62	0,012
Muito curtas (<1,18 mm)**	7,34a	4,84b	5,69b	5,85b	0,90	0,012

Índice de seleção de fibra em detergente neutro (%)						
Longas (>19 mm)	83,29	79,00	85,26	85,35	1,27	0,189
Médias (8 mm)	58,39	57,90	50,91	56,66	3,04	0,655
Curtas (<8, >1,18 mm)*	0,61b	44,93a	23,51a	24,79a	7,35	0,072
Muito curtas (<1,18 mm)	94,59	94,90	94,27	94,43	0,35	0,459

EPM = erro padrão médio; P-valor = valor de probabilidade no teste F; *Significativo a 10% no teste F;
 ** Significativo a 5% no teste F (letras minúsculas semelhantes na linha semelhantes entre si pelo Scott Knott 5%).

Assim, ao reduzir o tamanho das partículas da fibra, permitiu aos animais uma maior aceitação das rações ofertadas aos animais contendo fontes de óleos vegetais, pois, houve efeito ($P= 0,072$) para índice de seleção da FDN no tamanho de partículas Curtas (<8, >1,18mm; Tabela 02), na qual a dieta controle teve menor índice, indicando que houve maior rejeição de partículas nesse tamanho, quando comparada as fontes de óleos. Tal fato se justifica pelo efeito aglutinante que as fontes de óleos possuem em partículas pequenas o que diminui a capacidade seletiva por parte dos animais. Quando permitido, ovinos escolhem frações da ração de boa qualidade, realizando maior seleção por apresentarem focinho estreito e alta mobilidade de língua e lábios (TEDESCHI et al., 2019). Essa maior rejeição desse tamanho de partícula da fibra é corroborada pela maior quantidade de sobras de FDN no tratamento controle nessa peneira (Tabela 2).

O consumo de MS, PB, EE, FDN, CT e CNF tiveram efeito para as fontes de óleo, sendo que na dieta controle teve maior consumo desses componentes alimentares, exceto para o CEE que as fontes de óleo foram maiores que o controle (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo e digestibilidade dos nutrientes em dietas para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.

Consumo	Dietas experimentais				EPM	P-valor
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de girassol	Óleo residual de frituras		
CAR	-181,41	-271,06	-274,52	-228,82	18,52	0,245
Matéria seca						
g/animal/dia*	1258a	1113b	1128b	1183b	26,81	0,099
% Peso corporal**	3,21a	2,91b	2,87b	2,83b	0,05	0,038
g/kg de PV ^{0,75*}	80,02a	72,85b	71,58b	72,84b	1,26	0,071
Matéria orgânica						
g/animal/dia	1220,42	1089,40	1106,10	1165,73	25,63	0,124
g/kg de PV ^{0,75}	77,63	69,71	73,34	70,49	1,45	0,164
Proteína bruta						
g/animal/dia	192,19	174,64	172,55	173,72	4,06	0,176
g/kg de PV ^{0,75*}	12,25a	11,43b	10,75b	10,94b	0,23	0,084
Extrato etéreo						
g/animal/dia**	117,21b	130,49a	123,65b	134,15a	2,51	0,029
g/kg de PV ^{0,75**}	7,32b	8,17a	7,91a	8,49a	0,15	0,037
FDN						
g/animal/dia**	465,24a	395,44b	405,91b	427,85a	9,74	0,014
g/kg de PV ^{0,75**}	30,75a	24,68b	25,47b	27,54a	0,68	0,002
CT						
g/animal/dia**	910,84a	765,47b	794,82b	828,23a	18,74	0,007
g/kg de PV ^{0,75**}	57,91a	49,09b	50,72b	52,28b	1,02	0,008
CNF						
g/animal/dia**	391,98a	339,95b	351,18b	354,89b	8,16	0,040
g/kg de PV ^{0,75**}	25,01a	21,86b	22,34b	22,47b	0,46	0,047
NDT						
g/animal/dia	1040,74	977,94	998,82	1025,55	23,71	0,676
g/kg de PV ^{0,75}	67,51	63,77	63,41	63,57	1,18	0,544
Digestibilidade (g/kg de MS)						
matéria seca	809,49	789,00	799,28	778,71	5,81	0,225
matéria orgânica	828,97	807,69	823,74	805,34	5,41	0,260
proteína bruta**	862,48a	834,02b	855,75a	817,95b	4,98	0,005
extrato etéreo**	915,26b	905,52b	906,85b	951,18a	5,45	<0,001
FDN**	737,69a	677,75b	714,50b	679,07b	9,14	0,040

EPM = erro padrão médio; P-valor = valor de probabilidade no teste F; CAR = consumo alimentar residual (Paula et al., 2013); FDN = fibra em detergente neutro (VAN SOEST & ROBERTSON, 1980); CT= carboidratos totais (SNIFFEN et al., 1992); CNF= carboidratos não fibrosos (SNIFFEN et al., 1992); NDT = nutrientes digestíveis

totais (NRC, 2001); *Efeito significativo pelo teste F a 10%; ** Efeito significativo pelo teste F a 5%; letras minúsculas semelhantes na linha semelhantes entre si pelo Scott Knott 5%;

A redução no CMS foi na ordem de 11% quando comparadas as fontes de óleos com a dieta controle. No entanto, embora tenha ocorrido redução no CMS as dietas contendo óleos foi capaz de atender as exigências de MS (998 g/animal/dia), PB (167 g/animal/dia) e NDT (816 g/animal/dia) par animais com moderado potencial de crescimento e ganhos médios de 250 g/cabeça/dia (NRC, 2007).

A redução no CMS e demais componentes nutritivos pode ter ocorrido por dois motivos. A primeira relacionada ao mecanismo de controle quimiostático ocasionado pelo aumento da densidade energética das fontes de óleo (terrores de EE na ordem de 104 g/Kg de MS nas dietas com as fontes de óleos vegetais contra 84 g/Kg de MS na dieta controle) e o segundo pelo efeito negativo que fontes lipídicas podem causar na comunidade microbiana e no processo de fermentação ruminal onde a fonte lipídica forma um revestimento na partícula do alimento, limitando assim o acesso bacteriano ao alimento que afeta a degradação das partículas, levando assim um menor esvaziamento gástrico (VARGAS et al., 2020).

Esse efeito negativo dos lipídeos sobre a degradação dos alimentos pode ser observado pela redução da digestibilidade da PB e FDN, que foram na ordem de 5 e 8%, respectivamente, quando comparadas as fontes de óleo com a dieta controle (Tabela 3).

Apesar de ter sido observado redução no CMS nas dietas contendo óleos, essa diminuição não foi capaz de causar modificações no comportamento ingestivo e nas eficiências de consumo e ruminação dos ovinos (Tabela 4). É importante enfatizar que a manutenção do tempo gasto na ruminação é importante para a produção de saliva e o fluxo de substâncias tampão para o rúmen, o que contribui para o crescimento microbiano, pois a eficácia das bactérias celulolíticas é aumentada à medida que o pH se aproxima da neutralidade (de 6,5 a 7.0) (SILVA et al., 2016).

Tabela 4 - Tempo gasto com alimentação, ruminação, ócio e mastigação total, e eficiências de consumo e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro em dietas para cordeiros recebendo diferentes fontes de óleo.

Tempo (min)	Dietas experimentais				EPM	P-valor
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de girassol	Óleo residual de frituras		
Alimentação	239,17	241,67	240,83	226,67	8,80	0,891
Ruminação	368,33	378,33	374,17	387,50	9,15	0,861
Ócio	122,50	118,33	115,00	115,83	5,93	0,967
Mastigação total	607,50	620,00	615,00	614,17	6,34	0,913
Eficiência de consumo (g/min)						
Matéria seca	8,86	8,40	8,59	9,06	0,27	0,759
Fibra em detergente neutro	1,79	1,84	1,73	1,99	0,08	0,676
Eficiência de ruminação (g/min)						
Matéria seca	5,64	5,49	5,43	5,33	0,14	0,834
Fibra em detergente neutro	1,14	1,11	1,10	1,07	0,03	0,834

EPM = erro padrão médio; P-valor = valor de probabilidade no teste F

Como os parâmetros de alimentação e ruminação não sofreram alterações com as fontes de óleos, refletiu no pH e concentração de NH_3 no ambiente ruminal que mantiveram dentro dos limites desejáveis (pH acima de 6,4 e 5mg de NH_3 /100mL (BERCHIELLI et al., 2011), de conteúdo ruminal como mínimo para garantir o crescimento de bactérias, Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal, volume urinário, excreção urinária de ácido úrico, alantoína, purinas totais, purinas absorvidas síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes de óleos.

	Dietas experimentais				EPM	P-valor
	Controle	Óleo de Soja	Óleo de girassol	Óleo residual de frituras		
pH	6,39	6,57	6,49	6,51	0,04	0,380
NH ₃ (mg/100 mL)	37,66	47,44	41,04	44,54	2,18	0,399
Excreção de nitrogênio g/dia						
Fezes**	24,82b	27,48a	24,22b	30,32a	0,90	0,038
Urina	12,83	13,02	15,85	14,68	0,73	0,295
Balanço de nitrogênio g/dia						
Absorvido	49,60a	42,23b	46,27a	40,65b	1,31	0,032
Retido*	36,89a	27,67b	30,42b	28,34b	0,28	0,079
Volume urinário (mL/dia)	1198,61	1259,72	1334,58	1408,39	98,27	0,830
Excreção urinária						
Ácido úrico (mmol/dia)**	0,45	0,45	0,72	0,57	0,06	0,233
Alantoína (mmol/dia)	0,94	1,24	1,66	1,62	0,13	0,139
Derivados de purinas totais (mmol/dia)*	1,37b	1,79a	2,23a	2,31a	0,15	0,079
Purinas absorvidas (mmol/dia)*	9,61b	13,00a	16,63a	17,29a	1,24	0,088
Síntese de nitrogênio microbiano (gN/dia)*	6,14b	8,18b	10,47a	10,88a	0,78	0,089
Eficiência de síntese de proteína microbiana (gPBmic/kg de NDT)*	38,16b	52,86b	65,69a	64,34a	4,26	0,062

EPM = erro padrão médio; P-valor = valor de probabilidade no teste F; *Efeito pelo teste F a 10%; **Efeito pelo teste F a 5%; letras minúsculas semelhantes na linha semelhantes entre si pelo Scott Knott 5%.

As diferentes fontes de óleos influenciaram o balanço de nitrogênio, onde a dieta controle teve maiores valor de N absorvido e N retido (Tabela 5). Esse fato é decorrente da maior excreção fecal de N nas fontes de óleos, que foi ocasionado pela redução da digestibilidade da PB nas dietas contendo fontes de óleos vegetais (Tabela 3), levando assim a um maior fluxo de proteína não degradada no rúmen (PNDR) que não conseguiu sofrer ação das enzimas intestinais. Contudo, embora tenha ocorrido redução no balanço de nitrogênio o saldo em todos tratamentos foi positivo.

Devido ao aumento da densidade energética (extrato etéreo) das dietas contendo as fontes de óleos, houve efeito sobre a síntese de proteína microbiana, onde as dietas com óleos de soja, girassol e residual de fritura, tiveram uma maior eficiência, síntese de proteína microbiana e absorção de purinas. O que por consequência levou a maior excreção urinária dos derivados totais de purina (Tabela 5). Segundo Firkins (1996) a quantidade de proteína microbiana que é sintetizada no rúmen é amplamente impulsionada pela disponibilidade de energia. No presente trabalho o maior aporte energético, (as dietas com as fontes de óleos vegetais tinham 17,77 g/kg na MS a mais de EE que na dieta controle, Tabela 1), associado com os níveis de NH_3 adequados houve um acréscimo na ordem de 42% a eficiência de síntese de proteína microbiana.

Embora as fontes de óleo tenham ocasionado uma ligeira redução no consumo e digestibilidade da MS, PB e FDN, não prejudicou o ambiente ruminal e a síntese de proteína microbiana, assim sendo é possível utilizar as fontes de óleos na alimentação de ovinos. Vale ressaltar que das fontes utilizadas o óleo residual de frituras além de ser a fonte com menor custo (os valores médios atuais dos óleos são: soja USD\$ 1,24/l; girassol USD\$ 2,64/l e residual de frituras USD\$ 0,67/l) também há o apelo ambiental uma vez que está retirando do ambiente um potencial resíduo poluidor.

CONCLUSÃO

A adição de 2% na MS da dieta de alguma das fontes de óleos vegetais estudados pode ser utilizada na dieta de cordeiros em crescimento, potencializando o aumento microbiano e mantendo o ambiente ruminal estável, sem afetar o comportamento ingestivo e manter o consumo e a digestibilidade de modo a atender as exigências nutricionais dos animais.

REFERÊNCIAS

- Association of official analytical chemists (AOAC), 2000. Official Method of Analysis, 17th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. 2011. Nutrição de Ruminantes. FUNEP, Jaboticabal, Brazil.
- Chen, X.B., Gomes, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details. Rowett Research Institute, 1, 1-21.
- Detmann, E., Souza, M., Valadares Filho, S., Queiroz, A., Berchielli, T.T., Saliba, E., Cabral, L.S.; Pina, D.S., Ladeira, M., Azevedo, J. 2012. Métodos para análise de alimentos. Suprema, Minas Gerais.
- Firkins, J.L. 1996. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. The Journal of Nutrition, 126.
- Hall, M.B., Hoover, W.H., Jennings, J.P., Webster, T.K.M. 1999. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. Journal Science Food Agriculture, 79, 2079-2086.
- Hendrix, D.L. 1993. Rapid Extraction and Analysis of Nonstructural Carbohydrates in Plant Tissues. Crop Physiology e Metabolism. 33, 1311.
- Ibrahim, N.A., Alimon, A.R., Yaakub, H., Samsudin, A.A., Candyne, S.C.L., Nooraida, W.M.W., Abidah, M.N., Amirul, F.M., Mookiah, S. 2021. Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: a review. Trop Anim Health Prod, 53, 422.
- Koch, R.M., Swinger, L.A., Chambers, D., Gregory, K.E. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. Journal of animal science, 22, 486–494.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., Heinrichs, A.J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. Journal of Dairy Science, 79, 922-928.
- Leonardi, C., Armentano, L.E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. Journal of Dairy Science. 86, 557-564.

Mezzalana, J.C., Carvalho, P.C.F., Fonseca, L., Bremm, C., Reffatto, M.V., Poli, C.H.E.C., Trindade, J.K. 2011. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1114-1120.

National Research Council (NRC), 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th edition. Washington, DC. USA.

National Research Council (NRC), 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy of Sciences, New York, USA.

Ortolani, E.L. 1981. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*, 33, 269-275.

Paula, E.F.E., Monteiro, A.L.G., Souza, D.F., Prado, O.R., Nomura, T.M., Stivari, T.S.S., Silva, C.J.A., Santana, N.H.A. 2013. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características in vivo da carcaça de cordeiros. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 566-572.

R Core Team. 2021. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Roth, G., Undersander, D. 1995. Corn silage production, management and feeding. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, Madison. USA.

ScottKnott: The ScottKnott Clustering Algorithm. R package version 1.0.1. URL <https://CRAN.R-project.org/package=ScottKnott>.

Silva, L.F.N., Difante, G.S., Fernandes, L.S., Araujo, I.M.M., Emerenciano Neto, J.V., Costa, M.G., Felisberto, N.R.O. 2016. Ingestive behavior of sheep in *Panicum* and *Brachiaria* pastures in dry season. *Bioscience Journal*, 32, 1018-1024.

Sniffen, C.J., Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70, 3562-3577.

Valadares filho, S.C., Machado, P.A.S., Furtado, T., Chizzotti, M.L., Amaral, H.F. 2010. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda.

Valadares, R.F.D., Broderick, G.A., Valadares Filho, S.C., Clayton, M.K. 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, 82, 2686-2696.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: PIDGEN, W.J.; BALCH, C.C.; GRAHAM, M. Standardization of analytical methodology for feeds. 1980. p.49-60. Ottawa. CA.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583- 3597.

Vargas, J.E., Andrés, S., López-Ferreras, L., Snelling, T.J., Yáñez-Ruíz, D.R., García-Estrada, C., López, S., 2020. Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. *Scientific Reports*, 10, 1-9.

Verbic, J., Chen, X.B., MACLEOD, N.A., Orskov, E.R. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *The Journal of Agricultural Science*. 114, 43-248.