



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO IX

Adversidades e inovações no uso de gorduras na nutrição de ruminantes *Adversities and innovations in the use of fats in ruminant nutrition*

**Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Bonifácio Benicio de Souza¹; Maycon Rodrigues da Silva¹;
Fabiola Franklin de Medeiros¹; Danilo Leite Fernandes²; Talícia Maria Alves Benício⁴;
Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Fábio Santos do Nascimento³; Pedro Lucas Pinheiro
de Melo¹; Mirna Isabel Silva de Medeiros¹.**

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Patos – PB, Brasil.

² Instituto Federal do Ceará (IFCE), Crato – CE, Brasil.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife – PE, Brasil.

⁴ Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Palmas – TO, Brasil.

Autor correspondente: claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c09>

RESUMO

O uso de gorduras na alimentação de ruminantes tem se mostrado uma prática promissora para aumentar a produção de energia e melhorar a eficiência alimentar. No entanto, a inclusão de gorduras na dieta dos ruminantes pode trazer alguns desafios e adversidades. A suplementação de gorduras pode modificar os padrões de fermentação no rúmen, afetando a ingestão de matéria seca (IMS) e a digestibilidade dos nutrientes. A inclusão de gorduras na dieta pode aumentar a produção de metano e amônia, o que pode ser prejudicial ao meio ambiente e à saúde dos animais. Os efeitos

das gorduras na nutrição de ruminantes podem variar significativamente dependendo da fonte lipídica utilizada e das condições experimentais. A suplementação de gorduras pode alterar o perfil de ácidos graxos no leite, o que pode ter implicações na qualidade dos produtos lácteos e na saúde do consumidor. Esta revisão destaca os impactos negativos da gordura na função ruminal. Apesar dessas adversidades, a suplementação lipídica ainda é uma prática promissora que pode trazer benefícios significativos se bem gerida.

Palavras-chave: aceitação da dieta; fermentação ambiental; impacto ambiental; palatabilidade.

ABSTRACT

The use of fats in ruminant feed has shown to be a promising practice to increase energy production and improve feed efficiency. However, the inclusion of fats in the diet of ruminants can bring some challenges and adversities. Fat supplementation can modify fermentation patterns in the rumen, affecting dry matter intake (DMI) and nutrient digestibility. The inclusion of fats in the diet can increase the production of methane and ammonia, which can be harmful to the environment and the health of the animals. The effects of fats on ruminant nutrition can vary significantly depending on the lipid source used and the experimental conditions. Fat supplementation can alter the fatty acid profile in milk, which can have implications for the quality of dairy products and consumer health. This review highlights the negative impacts of fat on rumen function. Despite these adversities, lipid supplementation is still a promising practice that can bring significant benefits if managed well.

Keywords: diet acceptance; environmental fermentation; environmental impact; palatability.

INTRODUÇÃO

O uso de gordura na alimentação de ruminantes tem impactos significativos na fermentação ruminal, influenciando diretamente a saúde e a eficiência digestiva desses animais. A tentativa de otimizar o uso de gordura no rúmen pode prejudicar os microrganismos presentes nesse ambiente, fundamentais para o processo fermentativo (IBRAHIM et al., 2021). Além disso, a adição de gordura às dietas de ruminantes não apenas interfere nas atividades microbianas, mas também desencadeia processos de hidrólise e bio-hidrogenação do óleo no rúmen, o que pode alterar a composição e a disponibilidade de nutrientes essenciais (KUMAR, 2017). É crucial encontrar um

equilíbrio adequado para maximizar os benefícios nutricionais sem comprometer a microbiota ruminal, essencial para a digestão e a produtividade dos animais.

Ao incluir suplementos de gordura na alimentação de ruminantes, é fundamental garantir que esses não afetem negativamente a população de bactérias no rúmen, essenciais para a digestão eficiente. Uma estratégia eficaz para evitar que a gordura seja metabolizada no rúmen é protegê-la, permitindo que ela passe intacta para o intestino delgado, onde será absorvida e utilizada como fonte de energia (Da FREIRIA et al., 2022).

A utilização de gorduras protegidas pelo rúmen (GPR) é uma solução relevante, pois essas gorduras são insolúveis e resistentes à ação microbiana e aos processos de bio-hidrogenação, permanecendo estáveis mesmo em condições típicas do ambiente ruminal. Dessa forma, ao escapar da fermentação no rúmen, a GPR oferece uma fonte adicional de energia no intestino delgado (WULANDARI et al., 2024). Além disso, o uso de GPR pode aumentar o aporte energético da dieta sem comprometer a atividade das bactérias celulolíticas, que são vitais para a degradação da fibra alimentar (PUSHP e NIRWAN, 2024). Essa abordagem promove um equilíbrio entre eficiência energética e manutenção da saúde ruminal.

Diversos pesquisadores já investigaram o uso de GPR em animais ruminantes, mas os resultados desses estudos mostram grande variação e falta de consenso, evidenciando as incertezas sobre o impacto da proteção da gordura no desempenho produtivo dos ruminantes. Estudos semelhantes realizados com o GPR frequentemente apresentam dados discrepantes. Por exemplo, Silva et al. (2018) observaram que o uso do GPR resultou em um ganho médio diário (GMD) de 1,07 kg/dia, um desempenho consideravelmente superior ao obtido com gordura desprotegida, que apresentou um GMD de 0,98 kg/dia.

Por outro lado, os resultados de Warner et al. (2015) diferem significativamente, mostrando que o GMD associado ao GPR foi de 1,25 kg/dia, enquanto a gordura desprotegida atingiu um GMD ainda maior, de 1,64 kg/dia. Essa disparidade nos dados sugere que fatores como a composição das dietas, manejo nutricional e características dos animais podem influenciar os efeitos observados, sendo necessário aprofundar os estudos para compreender plenamente o papel das gorduras protegidas no desempenho dos ruminantes.

A utilização de gordura na alimentação de ruminantes enfrenta limitações devido ao potencial efeito tóxico que essas gorduras podem exercer sobre a microbiota ruminal,

comprometendo o desempenho animal. Esse impacto é particularmente acentuado quando a fonte de gordura possui altos teores de ácidos graxos insaturados, como destacado por Messana et al. (2013). O National Research Council (NRC, 2007) aponta que níveis superiores a 8% de gordura total na dieta podem reduzir a ingestão de matéria seca (IMS) em animais confinados, o que pode prejudicar o desempenho geral.

Para mitigar esse problema, diversas estratégias estão sendo exploradas para diminuir a interação entre a gordura e a microbiota ruminal, como relatado em estudos realizados por Urbano et al. (2016), Freitas Júnior et al. (2018) e Bhatt et al. (2020). Esses esforços incluem a busca por soluções inovadoras que permitam o uso eficiente de gorduras na dieta, garantindo o equilíbrio entre a maximização da energia fornecida e a proteção da saúde ruminal, essencial para o sucesso produtivo dos ruminantes.

Isso pode incluir a análise de problemas como os efeitos tóxicos das gorduras na microbiota ruminal, a redução do consumo de matéria seca e os impactos sobre o desempenho animal, ao mesmo tempo, a revisão busca destacar estratégias emergentes, como o uso de GPR, para mitigar esses problemas e melhorar a eficiência nutricional, com base nos estudos mais recentes. Assim, a intenção é sintetizar o conhecimento existente, identificar lacunas na pesquisa e sugerir direções futuras para a aplicação sustentável e eficiente de gorduras na dieta de ruminantes. Neste contexto, o objetivo dessa revisão bibliográfica é explorar os desafios e as soluções inovadoras relacionados ao uso de gorduras na nutrição de ruminantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Limitações e Desafios

A utilização de gorduras na dieta de ruminantes apresenta algumas limitações e desafios, como a potencial interferência na fermentação ruminal e a bio-hidrogenação das gorduras livres, que pode reduzir a eficiência na utilização dos ácidos graxos (AG).

Além disso, a inclusão excessiva de gorduras pode afetar negativamente a digestibilidade da fibra, o que pode comprometer a saúde e o desempenho dos animais. A escolha adequada do

tipo e da quantidade de gordura, assim como o uso de gorduras protegidas, é crucial para mitigar esses desafios e otimizar os benefícios nutricionais e produtivos.

2.1.1 Impactos negativos sobre a fermentação ruminal

A utilização de gordura na alimentação de ruminantes pode impactar negativamente a fermentação ruminal. A otimização do uso de gordura no rúmen pode afetar adversamente os microrganismos ruminais (IBRAHIM et al., 2021). Além disso, a inclusão de gordura nas dietas de ruminantes não só interfere na atividade microbiana do rúmen, mas também inicia a degradação da gordura através da hidrólise e bio-hidrogenação do óleo no rúmen (KUMAR, 2017). Inicialmente, a atividade ruminal decompõe a gordura dietética em ácidos graxos insaturados (AGI) livres e glicerol (JENKINS, 1993).

A gordura desprotegida pode ser particularmente prejudicial no rúmen, especialmente para as bactérias fibrolíticas (Da FREIRIA et al., 2022). A interação entre gordura e fermentação ruminal é complexa, envolvendo a distribuição de gordura nas membranas celulares microbianas (PRACHUMCHAI e CHERDTHONG, 2023). Esse processo pode causar interrupções na membrana e nas atividades celulares, levando à aderência das células microbianas à superfície das plantas de ração e afetando a ativação e eficácia das enzimas hidrolíticas microbianas (JENKINS, 1993).

Por outro lado, o uso de óleos protegidos no rúmen tem mostrado ter um impacto mínimo na fermentação ruminal (ALVARADO-GILIS et al., 2014). No entanto, o pH do rúmen tende a diminuir gradualmente com a inclusão de AG na dieta ao longo do tempo, mas permanece dentro de uma faixa normal (LIN et al., 2018). Estudos adicionais observaram que a suplementação com ácidos linoleico e linolênico mantém o pH do rúmen entre 6,46 e 6,56 após 24 horas de incubação, mostrando semelhanças com os resultados observados neste estudo.

2.1.2 Problemas de palatabilidade e aceitação da ração

A IMS pelos ruminantes pode ser afetada dependendo do nível e tipo de suplementação de gordura. Dietas que excedem 6-7% de gordura na MS podem prejudicar negativamente a

fermentação microbiana no rúmen (NRC, 2001). Além disso, a redução da IMS pode ocorrer devido à digestibilidade reduzida da FDN, ao maior tempo de retenção no intestino e às diferenças na palatabilidade das fontes de gordura (ZACHUT et al., 2010).

A gordura não serve como fonte de energia para microrganismos anaeróbicos e pode atuar como uma substância tóxica, causando alterações em vias metabólicas vitais (FIORENTINI et al., 2013). O uso de GP na dieta dos ruminantes pode interferir na ingestão, assim como afetar negativamente a digestibilidade e o balanço de nitrogênio (DUTTA et al., 2008).

Em dietas para cordeiros, a inclusão de gorduras pode influenciar o equilíbrio ruminal, mas dietas com até 7 g/100 g de MS têm pouco ou nenhum efeito sobre as atividades microbianas e outras características do rúmen (MAIA et al., 2006).

Os efeitos das fontes de óleo no desempenho animal são variados, principalmente devido aos impactos negativos dos lipídios na população microbiana do rúmen e na digestibilidade das fibras. Assim, certas fontes de óleo podem diminuir a ingestão de pasto, aumentar a excreção de nitrogênio na urina (PAVAN et al., 2007) e reduzir as respostas dos animais aos suplementos.

2.1.3 Limites de inclusão de gorduras na dieta

A inclusão de gorduras na dieta de ruminantes deve ser cuidadosamente controlada, pois níveis elevados podem afetar negativamente a IMS e a fermentação ruminal. A suplementação de gordura acima de 6-7% na MS pode prejudicar a microbiota ruminal e reduzir a IMS (NRC, 2001; BEAUCHEMIN et al., 2007). Estudos indicam que a suplementação de gordura pode inicialmente diminuir a IMS, mas, a longo prazo, pode aumentar (RABIEE et al., 2012).

Inicialmente, o interesse pela inclusão de óleos na dieta de ruminantes estava relacionado à toxicidade para protozoários e aos efeitos de defaunação, que melhoram a produtividade ao remover seletivamente protozoários do rúmen (WILLIAMS e COLEMAN, 2012). No entanto, a suplementação de óleo pode interferir na comunidade microbiana e na fermentação ao formar um revestimento nas células bacterianas e partículas de ração, dificultando a degradação (VARGAS et al., 2020 a).

A gordura pode ter um efeito tóxico na microbiota ruminal, especialmente quando se trata de AGI (MESSANA et al., 2013). Segundo o NRC (2007), níveis superiores a 8% de gordura total

na dieta podem reduzir a IMS em ruminantes confinados. Para mitigar esses efeitos, alternativas estão sendo pesquisadas para reduzir a interação das gorduras com a microbiota ruminal (URBANO et al., 2016; FREITAS JÚNIOR et al., 2018; BHATT et al., 2020).

A GP pode ser uma solução eficaz, pois permite maior absorção intestinal e aumento da digestibilidade, conforme observado com o óleo de palma (BEHAN et al., 2019). Estudos mostram que a inclusão de lipídios não altera significativamente a IMS ou a digestibilidade dos nutrientes (BEHAN et al., 2019). A inclusão de GP melhorou a digestibilidade dos nutrientes em cordeiros em fase de crescimento (HADDAD e YOUNIS, 2004).

Apesar da possível redução na digestibilidade da proteína bruta (PB) e da FDN com a inclusão de fontes lipídicas, não foram observadas diferenças significativas nos valores médios de digestibilidade (SILVA et al., 2007). Esses resultados são provavelmente devido à proporção de lipídios nas dietas não exceder o limite máximo recomendado de 3% de óleo suplementar em dietas baseadas em forragem (HESS et al., 2008).

2.2 Impactos Ambientais

A inclusão de gorduras na dieta de ruminantes pode ter impactos ambientais positivos, especialmente na redução das emissões de metano, um potente gás de efeito estufa produzido durante a fermentação ruminal. Estudos indicam que a suplementação de gordura, como óleos vegetais e gorduras protegidas, pode diminuir significativamente a produção de metano em até 20%. Esta redução contribui para uma produção animal mais sustentável e ambientalmente amigável, ao mesmo tempo em que melhora a eficiência alimentar e a produtividade dos ruminantes.

A suplementação de óleos na dieta de ruminantes, especialmente ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), tem mostrado reduzir a emissão de metano entérico (CH₄) (BEAUCHEMIN et al., 2008; PATRA et al., 2017). Óleos como os de linhaça (BAYAT et al., 2017), semente de girassol (BAYAT et al., 2017; VARGAS et al., 2020 c) e canola (BEAUCHEMIN e MCGINN, 2006), demonstraram ter um efeito depressivo na metanogênese ruminal. Fontes de óleo com AGL no rúmen possuem efeitos antimicrobianos que podem alterar a produção de AGV (ZHANG et al.,

2008) e reduzir a produção de metano (DUARTE et al., 2017) . No entanto, essas fontes sofrem extensa lipólise e bio-hidrogenação por microrganismos ruminais (BAUMAN et al., 2000).

Os sais de cálcio dos AG são degradados em menor extensão no rúmen (WU et al., 1991) e exercem menos toxicidade sobre os microrganismos (DOREAU e FERLAY, 1995), o que pode manipular as composições de AG em um nível fisiológico. Embora a aplicação de AG puros seja prática no nível experimental, o uso de óleos ricos em AG pode ser uma solução mais viável e prática para os produtores.

A suplementação com óleo também ajuda a reduzir a emissão de metano por meio do processo de defaunação, que reduz a população de protozoários ciliados no rúmen, diminuindo a metanogênese (JALČ et al., 2006). Esta redução pode ser ainda maior com dietas suplementadas com óleo, já que quantidades significativas de hidrogênio são usadas para a bio-hidrogenação de AGI em vez de serem convertidas em metano. Estratégias nutricionais, como a suplementação de gordura, são eficazes para reduzir as emissões de metano, tornando a produção animal mais sustentável.

Óleos como o de coco mostraram diminuir a concentração de acetato e aumentar a de propionato, devido à menor população de arqueas metanogênicas. A suplementação com AG essenciais pode reduzir a metanogênese entérica, mas é necessário equilibrar para evitar efeitos negativos na fermentação ruminal. De modo geral, a suplementação com óleos e AG essenciais pode ser uma estratégia potente para mitigar as emissões de metano em ruminantes, contribuindo para uma produção mais sustentável e eficiente.

Os efeitos inibitórios dos óleos na metanogênese ruminal tendem a se associar à redução de protozoários ciliados e, portanto, afetam o comportamento mutualista da transferência interespecífica de hidrogênio (H_2) entre protozoários e metanogênicos (HOOK et al., 2010).

Além disso, com as dietas suplementadas com óleo, espera-se que quantidades consideráveis de H_2 sejam usadas para bio-hidrogenação de AGI em AGS (VARGAS et al., 2020 b) e, assim, desviadas da metanogênese (TOPRAK, 2015).

Estratégias nutricionais podem ser eficazes na redução da emissão de CH_4 de ruminantes, e a suplementação de gordura é uma das estratégias de alimentação mais potentes (BEAUCHEMIN et al., 2022). Ingredientes comuns de ração usados na nutrição de vacas leiteiras fornecem gordura

na forma de triglicerídeos, que são hidrolisados no rúmen em ácidos graxos não esterificados e glicerol (MOATE et al., 2008).

Gordura e AG reduzem o CH₄ entérico por múltiplos mecanismos: 1) AG não são fermentados no rúmen e, portanto, a substituição de matéria orgânica fermentável reduz o CH₄ entérico (BEAUCHEMIN et al., 2022); 2) Os AG são tóxicos para certos micróbios do rúmen, especialmente bactérias fermentadoras de fibras, protozoários e metanogênicos (SILVA et al., 2016); 3) Os AGU são bio-hidrogenados no rúmen, removendo H₂, de outra forma disponível, para reduzir CO₂ a CH₄ (BEAUCHEMIN et al., 2022); 4) os triglicerídeos podem alterar a fermentação ruminal em direção ao propionato (BEAUCHEMIN et al., 2022).

Pavan et al. (2007) observaram uma diminuição na ingestão e digestibilidade da dieta em bovinos mantidos em pastagens suplementadas com óleo sem milho, enquanto o GMD aumentou à medida que o óleo foi incluído nas dietas devido à melhoria da eficiência energética ou à diminuição da produção de metano no rúmen (McGINN et al., 2002).

2.3 Tecnologias e Inovações

As tecnologias e inovações na utilização de gorduras na dieta de ruminantes incluem a aplicação de GPR, que minimizam os efeitos negativos sobre a fermentação ruminal e melhoram a digestibilidade dos nutrientes. Também há o desenvolvimento de suplementos lipídicos que visam aumentar a eficiência energética e a absorção de AGI no intestino. Além disso, pesquisas avançadas exploram o uso de diferentes fontes de óleo e AG, bem como técnicas para otimizar a composição de gordura na alimentação, visando reduzir emissões de metano e melhorar a saúde e produtividade dos animais. Essas inovações contribuem para uma produção animal mais eficiente e sustentável.

2.3.1 Novas fontes de gorduras para ruminantes.

A utilização de alimentos alternativos na nutrição de ruminantes tem ganhado destaque, e entre esses, as gorduras protegidas se mostram promissoras. Essas gorduras são adicionadas à dieta de cordeiros com resultados positivos, pois aumentam o nível energético da alimentação sem incrementar a quantidade de carboidratos não estruturais (SILVA et al., 2002).

De acordo com Franco (2007), as fontes lipídicas comerciais contêm aproximadamente 6,52 Mcal/kg de energia, predominantemente na forma de AGI, como os ácidos linoleico e linolênico. Esse valor energético é superior ao do milho, justificando o uso estratégico e em pequenas quantidades desses suplementos na dieta dos ruminantes.

2.3.2 Estratégias para proteção de gorduras na dieta

A adição de suplementos de gordura à ração de ruminantes deve ser feita com cuidado para evitar efeitos adversos na população bacteriana do rúmen. Para prevenir a digestão da gordura no rúmen, é essencial que a gordura seja protegida, direcionando-a ao intestino delgado sem passar pelo rúmen (Da FREIRIA et al., 2022).

As GPR são desenvolvidas para resistir à fermentação microbiana e à bio-hidrogenação, permanecendo insolúveis mesmo em condições de pH típicas do rúmen. Essas gorduras protegem a atividade bacteriana celulolítica, aumentando a energia da dieta sem prejudicar a fermentação ruminal (PUSHP e NIRWAN, 2024).

As gorduras que escapam da fermentação no rúmen são então absorvidas no intestino delgado, onde servem como uma valiosa fonte de energia (WULANDARI et al., 2024). Essa estratégia é crucial para maximizar a eficiência energética e a digestibilidade dos nutrientes na dieta dos ruminantes.

2.3.3 Métodos para melhorar a eficiência da utilização de gorduras

Em dietas de confinamento, a utilização da GPR costuma proporcionar melhores resultados em termos de desempenho e características de carcaça dos animais quando comparada às fontes de óleo livre (FIORENTINI et al., 2014). Isso se deve aos menores impactos negativos no metabolismo ruminal e à maior ingestão de energia (JENKINS et al., 2008), embora os resultados possam variar dependendo do tipo de fonte lipídica.

O conceito da GPR envolve o uso de um tipo insolúvel de gordura que resiste à fermentação microbiana e à bio-hidrogenação, permanecendo insolúvel mesmo nas condições típicas de pH do rúmen (BEHAN et al., 2019). A principal finalidade deste método é evitar a digestão da gordura

no rúmen e, em vez disso, garantir que ela seja digerida diretamente no intestino delgado, onde pode ser mais eficientemente absorvida e utilizada pelo animal (BEHAN et al., 2019).

5 CONCLUSÕES

O uso de gorduras na alimentação de ruminantes apresenta tanto desafios quanto oportunidades. O impacto tóxico de altas quantidades de ácidos graxos insaturados e o efeito negativo sobre a microbiota ruminal reforçam a necessidade de estratégias que mitiguem esses efeitos adversos, como o uso de GPR, mostrando-se uma alternativa promissora, oferecendo energia adicional sem comprometer a saúde ruminal ou o desempenho produtivo.

Os dados inconsistentes entre os estudos apontam para a influência de variáveis, como a composição da dieta, manejo nutricional e características individuais dos animais, indicando que ainda há lacunas de conhecimento. Assim, é essencial aprofundar as pesquisas para compreender plenamente os impactos e maximizar os benefícios do uso de gorduras na nutrição de ruminantes, buscando um equilíbrio entre eficiência energética, saúde ruminal e produtividade animal.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO-GILIS, C. A. *et al.* Proteção de ácidos graxos poliinsaturados contra bio-hidrogenação ruminal: experimentos piloto para três abordagens. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3101–3109, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8015>.
- BAUMAN, D. E. *et al.* Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1–15, 2000.
- BAYAT, A. R. *et al.* Dietary forage to concentrate ratio and sunflower oil supplement alter rumen fermentation, ruminal methane emission, and nutrient utilization in lactating cows. **Translational Animal Science**, v. 1, p. 277–286, 2017.
- BEAUCHEMIN, K. A. *et al.* Nutritional management for enteric methane abatement: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 21–27, 2008.
- BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1489–1496, 2006.
- BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; PETIT, H. V. Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, p. 431–440, 2007.

BEAUCHEMIN, K. A. *et al.* Invited review: Current enteric methane mitigation options. **Journal of Dairy Science**, v. 105, p. 9297–9326, 2022.

BEHAN, A. A. *et al.* Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. **Animals**, v. 9, p. 1–8, 2019.

BHATT, R. S. *et al.* Dietary supplementation of extruded linseed and calcium soap for augmenting meat attributes and fatty acid profile of *longissimus thoracis* muscle and adipose tissue in finisher malpura lambs. **Small Ruminant Research**, v. 184, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106062>.

DA FREIRIA, L. B. *et al.* Different fat sources in supplements for beef cattle at pasture. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, p. 1–10, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03169-9>.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effects of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: A review. **Livestock Production Science**, v. 43, p. 97–110, 1995.

DUTTA, T. K.; AGNIHOTRI, M. K.; RAO, S. B. N. Effect of supplemental palm oil on nutrient utilization, feeding economics, and carcass characteristics in post-weaned Muzafarnagari lambs under feedlot condition. **Small Ruminant Research**, v. 78, n. 1–3, p. 66–73, 2008.

FIORENTINI, G. *et al.* Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1613–1620, 2014.

FIORENTINI, G. *et al.* 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, p. 26–34, 2013.

FRANCO, M. Gordura protegida é boa fonte de energia. **DBO**, v. 321, p. 45, 2007.

FREITAS JÚNIOR, J. E. *et al.* Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows fed diets supplemented with soybean oil, whole soybeans, or calcium salts of fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 7881–7891, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13666>.

HADDAD, S. G.; YOUNIS, H. M. The effect of adding ruminally protected fat in fattening diets on nutrient intake, digestibility, and growth performance of Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, n. 1–4, p. 61–69, 2004.

HESS, B. W.; MOSS, G. E.; RULE, D. C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 188–204, 2008.

IBRAHIM, N. A. *et al.* Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1–11, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02863-4>.

JALČ, D. *et al.* The effect of a high concentrate diet and different fat sources on rumen fermentation in vitro. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 15, p. 137–140, 2006.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851–3863, 1993.

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

KUMAR, M. By-pass fat in animal feeding: A review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, p. 2251–2255, 2017.

LIN, L. Bias caused by sampling error in meta-analysis with small sample sizes. **PLoS ONE**, v. 13, e0204056, 2018.

MAIA, F. J. *et al.* Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1504–1513, 2006.

MCGINN, S. M.; KOENIG, K. M.; COATES, T. Effect of diet on odorant emissions from cattle manure. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 435–444, 2002.

MESSANA, J. D. *et al.* Rumen fermentation and rumen microbes in Nellore steers receiving diets with different lipid contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 204–212, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300008>.

MOATE, P. J. *et al.* Kinetics of ruminal lipolysis of triacylglycerol and biohydrogenation of long-chain fatty acids: New insights from old data. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 731–742, 2008.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, DC: National Academies Press, 2007.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academies Press, 2001.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K.; ANDRAE, J. G. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1330–1339, 2007.

PRACHUMCHAI, R.; CHERDTHONG, A. Black soldier fly larva oil in diets with roughage to concentrate ratios on fermentation characteristics, degradability, and methane generation. **Animals**, v. 13, p. 2416, 2023.

PATRA, A. *et al.* Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substance. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, p. 13, 2017.

PUSHP, M. K.; NIRWAN, S. S. Effects of bypass fat on milk production and biochemical parameters calcium and phosphorous in dairy cattle. **Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry**, v. 9, p. 186–188, 2024.

RABIEE, A. R. *et al.* Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 3225–3247, 2012.

SILVA, F. F. *et al.* Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1849–1864, 2002.

SILVA, M. M. C. *et al.* 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, 2007.

SILVA, R. A. *et al.* Effects of different forms of soybean lipids on enteric methane emission, performance and meat quality of feedlot Nelore. **Journal of Agricultural Science**, v. 156, p. 1–10, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S002185961800045X>.

TOPRAK, N. N. Do fats reduce methane emission by ruminants? A review. **Animal Science Papers and Reports**, v. 33, p. 305–321, 2015.

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

VARGAS, J. E. *et al.* Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1–9, 2020a.

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; LÓPEZ-FERRERAS, L.; LÓPEZ, S. Effects of supplemental plant oils on rumen bacterial community profile and digesta fatty acid composition in a continuous culture system (RUSITEC). **Anaerobe**, v. 61, p. 102143, 2020b.

VARGAS, J. E. *et al.* Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1613, 2020c.

WARNER, C. M. *et al.* A comparison of supplemental calcium soap of palm fatty acids versus tallow in a corn-based finishing diet for feedlot steers. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 57, p. 25, 2015.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0053-5>.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. **The rumen protozoa**. New York: Springer, 2012.

WULANDARI, C. T. *et al.* Protected fat-protein response in the diet to fatty acid profile of rumen fluid. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1341, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012071>.

WU, Z.; OHAJURULA, O. A.; PALMQUIST, D. L. Ruminant synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3025–3034, 1991.

ZACHUT, M. *et al.* Effects of increased supplementation of n-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5877–5889, 2010.

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