

GORDURA INERTE NA NUTRIÇÃO DE PEQUENOS RUMINANTES: ASPECTOS NUTRICIONAIS E METABÓLICOS

Lucas Eduardo Gonçalves Vilaça¹;

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3084652122841929>

Marcela Rodrigues de Oliveira²;

²Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2986844726429159>

Nathália de Lima Mendes³;

³Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2630000990581090>

Rodolfo Henrique Silva Pereira⁴;

⁴Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/8694705056685438>

Marco Túlio Silva Siqueira⁵;

⁵Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2171869569188113>

Bianca Izabelly Pereira Gomes⁶;

⁶Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/8954741213693952>

Isabella Mariano Machado⁷.

⁷Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/0243984456814707>

RESUMO: A suplementação lipídica é uma estratégia utilizada na alimentação de ruminantes para aumentar a densidade energética das dietas e fornecer ácidos graxos envolvidos em diferentes processos metabólicos. Entretanto, a presença de lipídeos no ambiente ruminal pode interferir na microbiota e na fermentação, favorecendo o desenvolvimento de fontes com menor interação no rúmen, como as gorduras inertes. Este capítulo aborda a utilização dessas fontes na nutrição de pequenos ruminantes, considerando o metabolismo, a digestão e a absorção dos lipídeos, bem como seus efeitos sobre o consumo, a digestibilidade, o desempenho, o metabolismo e a reprodução. A literatura demonstra que as respostas à suplementação não são uniformes e variam conforme a fonte lipídica, o perfil de ácidos graxos, o nível de inclusão, a composição da dieta e a condição fisiológica dos animais. De modo geral, as gorduras inertes apresentam potencial para aumentar o aporte energético e favorecer o aproveitamento dos nutrientes, desde que sua utilização seja adequada às características da dieta e aos objetivos do sistema de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Ácidos graxos. Ovinos e caprinos. Suplementação lipídica.

RUMEN-INERT FAT IN SMALL RUMINANT NUTRITION: NUTRITIONAL AND METABOLIC ASPECTS

ABSTRACT: Lipid supplementation is a nutritional strategy used in ruminant feeding to increase dietary energy density and provide fatty acids involved in several metabolic processes. However, the presence of lipids in the rumen may affect microbial populations and fermentation, which has encouraged the development of lipid sources with reduced ruminal interaction, such as rumen-inert fats. This chapter addresses the use of these fat sources in small ruminant nutrition, considering lipid metabolism, digestion, and absorption, as well as their effects on feed intake, nutrient digestibility, productive performance, metabolism, and reproduction. The literature indicates that responses to supplementation are not consistent across studies and vary according to the lipid source, fatty acid profile, inclusion level, diet composition, and physiological status of the animals. Overall, rumen-inert fats have the potential to increase dietary energy supply and improve nutrient utilization, provided that their use is properly adjusted to diet characteristics and the objectives of the production system.

KEYWORDS: Fatty acids. Sheep and goats. Lipid supplementation.

INTRODUÇÃO

A suplementação lipídica é uma ferramenta estratégica na nutrição de pequenos ruminantes, utilizada primordialmente para elevar a densidade calórica da ração sem a necessidade de aumentar o volume de carboidratos rapidamente fermentáveis. Muito além de meras fontes de calorias, os lipídeos atuam como precursores de ácidos graxos essenciais que modulam rotas metabólicas vitais, influenciando de forma direta o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Souza et al., 2025). Em caprinos, estudos recentes demonstraram que a suplementação com fontes de gordura protegida pode modificar a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho e o metabolismo lipídico dos animais (Liu et al., 2024; Souza et al., 2025).

O grande desafio dessa suplementação reside no ambiente ruminal. A inclusão excessiva de gorduras livres pode causar efeitos deletérios sobre a comunidade microbiana — especialmente bactérias celulolíticas —, prejudicando a digestão das frações fibrosas da dieta. Durante a passagem pelo rúmen, esses lipídeos sofrem lipólise e subsequente biohidrogenação, um mecanismo de defesa da microbiota que converte ácidos graxos insaturados em formas saturadas, alterando profundamente o perfil que chegará ao intestino para absorção (Toral et al., 2024). Além disso, a presença de ácidos graxos no rúmen pode interferir na fermentação e na comunidade microbiana, tornando a forma de fornecimento um aspecto importante na formulação das dietas (Jiao et al., 2024).

Para mitigar esse conflito ecológico, a indústria de nutrição desenvolveu as gorduras “inertes” ou protegidas. Entre as tecnologias mais difundidas na ovinocultura e caprinocultura estão os sais de cálcio de ácidos graxos (frequentemente derivados do óleo

de palma). Estes complexos apresentam baixa taxa de dissociação no pH ruminal normal, contornando a interação microbiana e garantindo que um perfil nobre de ácidos graxos alcance os compartimentos posteriores para absorção intestinal. No entanto, as respostas metabólicas e produtivas à suplementação dependem da composição da dieta, do nível de inclusão e da categoria animal (Jiao et al., 2024; Liu et al., 2024).

Estudos realizados em pequenos ruminantes demonstram que os efeitos da suplementação com gordura protegida de palma devem ser avaliados considerando as respostas ruminais, nutricionais e metabólicas dos animais. Em cordeiros, Simionatto et al. (2024) avaliaram diferentes níveis de gordura protegida à base de óleo de palma e não observaram comprometimento do consumo, da digestibilidade aparente, do balanço de nitrogênio e dos parâmetros ruminais. Em cabritos, Vilaça et al. (2022) demonstraram que a inclusão de níveis crescentes de gordura inerte de palma promoveu alterações em indicadores do metabolismo animal, evidenciando que as respostas à suplementação podem variar conforme o nível de inclusão e as condições nutricionais.

Diante disso, este capítulo aborda os principais aspectos relacionados à utilização da gordura inerte na nutrição de pequenos ruminantes, contemplando o metabolismo ruminal dos lipídeos, os processos de digestão e absorção intestinal e os efeitos da suplementação sobre a utilização dos nutrientes, o desempenho produtivo e o metabolismo de ovinos e caprinos.

OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo reunir e discutir conhecimentos sobre o uso da gordura inerte na alimentação de pequenos ruminantes, destacando sua utilização como fonte energética e suas implicações sobre o metabolismo, o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho de ovinos e caprinos.

METODOLOGIA

A fim de elucidar as rotas metabólicas e as respostas fisiológicas à suplementação lipídica, estruturou-se uma revisão bibliográfica aprofundada nas bases PubMed, Portal de Periódicos CAPES e Elicit. Diferentemente de abordagens focadas apenas em desempenho, esta triagem priorizou estudos da última década voltados às particularidades da digestão de lipídeos em ovinos e caprinos. O escopo de busca incluiu descritores relacionados ao uso de sais de cálcio de óleo de palma, impactos na biohidrogenação ruminal e desdobramentos sobre a atividade reprodutiva e o metabolismo sérico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Lipídeos e gorduras inertes na nutrição de pequenos ruminantes

Os lipídeos são utilizados na alimentação de ruminantes principalmente por seu elevado valor energético, constituindo uma alternativa para aumentar a densidade energética das dietas. Além dessa função, fornecem ácidos graxos envolvidos em diferentes processos

metabólicos, com possíveis reflexos sobre o aproveitamento dos nutrientes, o desempenho e a reprodução. Em pequenos ruminantes, as respostas à suplementação podem variar de acordo com a fonte lipídica, sua composição em ácidos graxos, o nível de inclusão e as características da dieta (Vilaça et al., 2022; Simionatto et al., 2024).

A suplementação lipídica pode ser particularmente interessante em períodos de maior exigência nutricional, como crescimento, gestação e lactação. Seus efeitos também podem alcançar a função reprodutiva. Em ovelhas Barki, Farrag et al. (2024) observaram alterações na atividade ovariana e no perfil de hormônios reprodutivos com o fornecimento de sais de cálcio de ácidos graxos. Durante a gestação, a suplementação com gordura protegida também tem sido relacionada a alterações no metabolismo materno e no desenvolvimento da progênie (Miranda et al., 2023). Esses resultados ampliam o interesse pelo uso de fontes lipídicas para além do seu papel como fonte de energia.

Entretanto, o fornecimento de lipídeos deve considerar sua interação com o ambiente ruminal. Ácidos graxos disponíveis no rúmen podem interferir na microbiota e nos processos fermentativos, dependendo principalmente de sua composição e da quantidade fornecida (Jiao et al., 2024). Uma alternativa para reduzir essa interação é o uso de gorduras inertes, que apresentam menor disponibilidade no rúmen e favorecem o fluxo de ácidos graxos para as etapas posteriores de digestão e absorção (Gomes et al., 2018; Toral et al., 2024).

Entre as formas utilizadas estão os sais de cálcio de ácidos graxos, produzidos pela associação de ácidos graxos de cadeia longa com cálcio. Essa forma busca reduzir sua dissociação em condições ruminais e, conseqüentemente, sua interação com a microbiota. A proteção, no entanto, não é absoluta e pode variar de acordo com o pH ruminal, a composição da fonte e as características da dieta. Por isso, o termo “inerte” deve ser entendido como menor interação com o ambiente ruminal, e não como ausência completa de transformações nesse compartimento (Toral et al., 2024; Rodrigues et al., 2026).

O óleo de palma está entre as matérias-primas utilizadas na produção dessas fontes e apresenta principalmente os ácidos palmítico (C16:0) e oleico (C18:1). Em pequenos ruminantes, diferentes estudos têm utilizado fontes inertes ou protegidas à base de palma, demonstrando que seus efeitos dependem do nível de inclusão e da composição da dieta (Vilaça et al., 2022; Simionatto et al., 2024; Rodrigues et al., 2026). Dessa forma, compreender o comportamento dessas fontes no trato digestivo é importante para definir seu uso na alimentação de ovinos e caprinos.

Metabolismo, digestão e absorção dos lipídeos

Ao chegarem ao rúmen, os lipídeos da dieta passam por transformações que modificam o perfil de ácidos graxos antes de sua chegada ao intestino. Entre elas, destacam-se a lipólise e a biohidrogenação, processos associados à atividade da microbiota ruminal. Na lipólise, os lipídeos esterificados são hidrolisados, liberando ácidos graxos que podem seguir para a biohidrogenação. Nesse processo, parte dos ácidos graxos insaturados é convertida em intermediários e produtos mais saturados, fazendo com que o perfil lipídico

que deixa o rúmen seja diferente daquele originalmente consumido pelo animal (Toral et al., 2024).

A intensidade dessas transformações depende tanto das características da fonte lipídica quanto das condições do ambiente ruminal. Alterações na dieta e na microbiota podem modificar as rotas de biohidrogenação e, conseqüentemente, o perfil de ácidos graxos disponível para absorção. No caso das gorduras inertes, busca-se reduzir a interação dos ácidos graxos com a microbiota e favorecer sua passagem pelo rúmen. Essa proteção, entretanto, não é completa e pode variar conforme a composição da fonte e as condições ruminais (Toral et al., 2024; Simionatto et al., 2024).

Após deixarem o rúmen, os ácidos graxos seguem para o intestino delgado, onde ocorre a maior parte de sua digestão e absorção. A bile e os fosfolipídeos participam da solubilização dos ácidos graxos de cadeia longa, permitindo sua aproximação e absorção pelos enterócitos. No interior dessas células, os ácidos graxos podem ser novamente esterificados e incorporados às lipoproteínas, possibilitando seu transporte para os diferentes tecidos e utilização em processos como produção de energia, deposição corporal e síntese de componentes do leite (Bauchart, 1993; Doreau; Ferlay, 1994).

O aproveitamento dos lipídeos depende, portanto, não apenas da quantidade fornecida, mas também do perfil dos ácidos graxos, de sua passagem pelo ambiente ruminal e da eficiência de digestão e absorção intestinal. Para as gorduras inertes, esse conjunto de processos é particularmente importante, já que o objetivo é aumentar a disponibilidade pós-ruminal dos ácidos graxos sem comprometer a fermentação. Nos animais ruminantes, as respostas podem variar conforme a fonte lipídica, o nível de inclusão, a composição da dieta e até mesmo a espécie animal (Simionatto et al., 2024; Rodrigues et al., 2026).

Efeitos da gordura inerte em pequenos ruminantes

Ao analisar o impacto produtivo da gordura inerte, observa-se que as respostas descritas na literatura são heterogêneas. Enquanto alguns pesquisadores reportam um incremento substancial no consumo de nutrientes e na digestibilidade global (Alba et al., 2024; Liu et al., 2024), outros ensaios não apontam variações significativas (Simionatto et al., 2024) ou observam redução pontual no consumo, mas com melhora compensatória na conversão alimentar (Lima et al., 2026). Essa aparente contradição acadêmica é justificável: a eficácia do uso de sais de cálcio é multifatorial. Ela depende de variáveis críticas como a proporção volumoso/concentrado da dieta basal, o nível de inclusão do aditivo e, sobretudo, o desafio fisiológico do animal. É imperativo considerar que o aumento da densidade energética e da digestibilidade resulta em um melhor aproveitamento da dieta, sendo que matrizes e animais de alto desempenho tendem a apresentar respostas muito mais expressivas e eficientes à suplementação do que animais em manutenção (Liu et al., 2024; Lima et al., 2026).

Além das respostas produtivas, a suplementação pode modificar o metabolismo dos animais. Em cabritos, Vilaça et al. (2022) observaram alterações em indicadores do

metabolismo energético e proteico com níveis crescentes de gordura inerte de palma. Durante a gestação, Miranda et al. (2023) também verificaram alterações no metabolismo materno de ovelhas suplementadas com gordura protegida, reforçando que a resposta às fontes lipídicas pode variar conforme o estado fisiológico e a demanda nutricional dos animais.

Os efeitos podem se estender à reprodução. Farrag et al. (2024), ao suplementarem ovelhas Barki com sais de cálcio de ácidos graxos, observaram alterações na atividade ovariana e no perfil hormonal, além de respostas relacionadas ao desempenho reprodutivo. Embora esses resultados indiquem potencial para o uso de fontes lipídicas em períodos reprodutivos, as respostas não devem ser generalizadas, pois dependem do perfil de ácidos graxos fornecido, da condição nutricional e da fase fisiológica dos animais (Miranda et al., 2023; Farrag et al., 2024).

As diferenças observadas entre os estudos reforçam que a resposta à suplementação com gordura inerte não depende apenas da presença da fonte lipídica na dieta. O nível de inclusão, o perfil de ácidos graxos, a relação volumoso:concentrado e o estado fisiológico dos animais podem modificar tanto o aproveitamento dos nutrientes quanto a resposta produtiva. Além disso, diferenças entre ovinos e caprinos, bem como entre animais em crescimento, gestação ou lactação, dificultam a definição de uma resposta única à suplementação. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados considerando as condições experimentais de cada estudo, especialmente quando se busca estabelecer recomendações para diferentes sistemas de produção (Miranda et al., 2023; Simionatto et al., 2024; Liu et al., 2024; Rodrigues et al., 2026).

De maneira geral, os estudos mostram que a gordura inerte pode contribuir para o aumento da densidade energética e modificar o aproveitamento dos nutrientes, o desempenho e o metabolismo de ovinos e caprinos. Entretanto, os resultados encontrados na literatura não são consistentes em todas as condições experimentais. Assim, sua utilização deve considerar principalmente a fonte e o nível de inclusão, a composição da dieta e categoria animal, buscando adequar a suplementação às exigências e aos objetivos produtivos (Vilaça et al., 2022; Simionatto et al., 2024; Liu et al., 2024; Lima et al., 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As gorduras inertes representam um trunfo tecnológico indispensável para a formulação de dietas de alto desempenho na criação de pequenos ruminantes. A capacidade de entregar energia adensada diretamente no intestino, preservando a saúde fermentativa do rúmen, confere segurança nutricional à estratégia. No entanto, os achados bibliográficos alertam que não existe uma “receita de bolo”. A inclusão desses aditivos exige do profissional uma leitura acurada da matriz nutricional disponível e das reais demandas do lote, garantindo que o investimento se traduza efetivamente em conversão alimentar e ganho biológico.

REFERÊNCIAS

- ALBA, H. D. R.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; LEITE, L. C.; AZEVÊDO, J. A. G.; SANTOS, S. A.; PINA, D. S.; CIRNE, L. G. A.; RODRIGUES, C. S.; TOSTO, M. S. L.; BENTO, S. C.; GRIMALDI, A. B.; CARVALHO, G. G. P. Intake, digestibility, serum metabolites, and growth performance of male feedlot lambs fed different fat sources. **Livestock Science**, v. 286, 105530, 2024. DOI: 10.1016/j.livsci.2024.105530.
- BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3864-3881, 1993. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77728-0.
- 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, 1994. DOI: 10.1016/0377-8401(94)90039-6.
- FARRAG, B.; EL-BAHRAWY, K. A.; SHEDEED, H. A.; EL-RAYES, M. A.-H. Effect of protected fatty acid supplementation on ovarian activity, reproductive hormone profiles and reproduction of Barki ewes under semiarid conditions. **Archives Animal Breeding**, v. 67, p. 111-122, 2024. DOI: 10.5194/aab-67-111-2024.
- GOMES, L. C.; ALCALDE, C. R.; DAMASCENO, J. C.; RIGOLON, L. P.; POSSAMAI, A. P. S.; HYGINO, B. Concentrate containing calcium salts of fatty acids rich in polyunsaturated fatty acids can change rumen fermentation in grazing goats. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 6, p. 2621-2634, 2018. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n6p2621.
- JIAO, P.; WANG, Z.; ZHANG, X.; LU, X.; SUN, Q.; ZHAO, H.; XIN, H.; YANG, W.; LV, X.; XIE, X.; HOU, Y. Dietary supplementation of *Clostridium butyricum* and rumen protected fat alters immune responses, rumen fermentation, and bacterial communities of goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 314, 116014, 2024. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2024.116014.
- LIMA, C. L. S.; PINA, D. S.; ALBA, H. D. R.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; MATOS, S. C.; PINTO, L. F. B.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; TOSTO, M. S. L.; AZEVÊDO, J. A. G.; SANTOS, S. A.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO, G. G. P. Effects of concentrate levels with or without protected fat on intake, digestibility, microbial protein synthesis, and performance in feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, v. 256, 107710, 2026. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2026.107710.
- LIU, H.; MAO, H.; WANG, W.; PENG, W.; MAO, K.; SUN, W.; YANG, Y.; WU, Q.; WANG, K.; ZENG, M.; HAN, J.; ZHOU, H. Comparison of average daily gain, apparent digestibility, rumen fermentation parameters and bacterial communities, and serum antioxidant indices in Leizhou goats fed with or without rumen-protected fat. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, 1518826, 2024. DOI: 10.3389/fvets.2024.1518826.
- MIRANDA, A. S.; ANDRADE, M. A.; NASCIMENTO, K. B.; SANTOS, T. G.; LESSA, M. B.; GOMES, D. I.; OLIVEIRA, L. R. S.; LADEIRA, M. M.; GIONBELLI, T. R. S.; MEZZOMO, R.; ALVES, K. S.; GIONBELLI, M. P. Effect of supplementing rumen-protected fat during the second half of gestation on maternal performance and metabolism in ewes during pregnancy and subsequent lactation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 304, 115754, 2023. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2023.115754.

RODRIGUES, H. P.; FERREIRA, J. M. S.; PEREIRA, M. I. B.; TRAJANO, L. S.; SOUZA, L. L.; DOS SANTOS PINA, D., ... & AZEVÊDO, J. A. G. (2025). Levels of starch and supplementation with calcium salts of palm oil fatty acids in the diets of goats and sheep. **Small Ruminant Research**, v. 254, 107661, 2026. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2025.107661.

SIMIONATTO, M.; MAEDA, E. M.; SILVEIRA, M. F.; MACEDO, V. P.; PAULA, F. L. M.; HILL, J. A. G. Effect of adding different levels of palm oil-protected fat in the diet of lambs concerning rumen parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 310, 115929, 2024. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2024.115929.

SOUZA, R.; ALCALDE, C. R.; DAMASCENO, J. C.; PASSETTI, L. C. G.; MOLINA, B. S. L.; HYGINO, B.; HORST, J. A.; SANTOS, G. T. Impact of doses of protected fat supplementation on milk composition and performance of lactating Saanen goats. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 46, n. 3, p. 739-756, 2025. DOI: 10.5433/1679-0359.2025v46n3p739.

TORAL, P. G.; HERVÁS, G.; FRUTOS, P. Invited review: Research on ruminal biohydrogenation—Achievements, gaps in knowledge, and future approaches from the perspective of dairy science. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 12, p. 10115-10140, 2024. DOI: 10.3168/jds.2023-24591.

VILAÇA, L. E. G.; OLIVEIRA, M. R.; SIQUEIRA, M. T. S.; SOUSA, L. F.; SCHULTZ, E. B.; MACEDO JUNIOR, G. L. Consumo e perfil metabólico de cabritos alimentados com gordura inerte de palma na ração. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-12, 2022. DOI: 10.35699/2447-6218.2022.41906.