

## LIPÍDIOS EM DIETAS PARA RUMINANTES E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE

Sheila Vilarindo de Sousa<sup>1</sup>

### RESUMO

Para atender a demanda dos consumidores, cada vez mais preocupados com a saúde e bem estar, estratégias como a modificação do perfil de ácidos graxos dos produtos oriundos de ruminantes (carne e leite) têm sido adotadas, para obter uma menor proporção de ácidos graxos saturados (AGS) os quais geralmente estão associados ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. A inclusão de fontes lipídicas, como por exemplo os óleos vegetais, ricos em ácidos graxos insaturados na dieta de ruminantes, têm tido como objetivo melhorar a eficiência de utilização de energia, uma vez que apresenta menor incremento calórico em comparação aos carboidratos, bem como melhorar os aspectos qualitativos da carne, principalmente no que se refere ao perfil de ácidos graxos, e aumento dos compostos funcionais da carne. Entretanto, devido à natureza alimentar dos ruminantes ser associada ao consumo de forragens, pobres nesse nutriente, há uma limitação em sua utilização, uma vez que são tóxicos aos microrganismos ruminais. Assim, pesquisas avaliando a inclusão de fontes lipídicas na dieta de animais ruminantes, têm sido realizadas como alternativa alimentar para melhorar a qualidade da carne, minimizando os efeitos sobre a fermentação ruminal.

**Palavras-chaves:** Óleos vegetais; ovinos; perfil de ácidos graxos da carne.

### ABSTRACT

To meet the demand of consumers, increasingly concerned about health and well-being, strategies such as modifying the fatty acid profile of products from ruminants (meat and milk) have been adopted to obtain a lower proportion of saturated fatty acids (SFA) which are generally associated with the risk of developing cardiovascular disease. The inclusion of lipid sources, such as vegetable oils, rich in unsaturated fatty acids in the diet of ruminants, has been aimed at improving the efficiency of energy use, as it has a lower caloric increase compared to carbohydrates, as well as improving the qualitative aspects of the meat, mainly with regard to the fatty acid profile, and the increase in the functional compounds of the meat. However, because the food nature of ruminants is associated with the consumption of forages, which are poor in this nutrient, there is a limitation in their use, since they are toxic to ruminal microorganisms. Thus, researches evaluating the inclusion of lipid sources in the diet of ruminant animals have been carried out as a food alternative to improve meat quality, minimizing the effects on ruminal fermentation.

**Keywords:** Fatty acid profile of meat; sheep; vegetable oils.

### RESUMEN

Para satisfacer la demanda de los consumidores, cada vez más preocupados por la salud y el bienestar, se han adoptado estrategias como la modificación del perfil de ácidos grasos de productos de rumiantes (carne y leche) para obtener una menor proporción de ácidos grasos

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí. \*Correspondência: sheila\_vilarindo@hotmail.com

saturados (AGS) que son generalmente asociado con el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular. La inclusión de fuentes lipídicas, como los aceites vegetales, ricos en ácidos grasos insaturados en la dieta de los rumiantes, ha tenido como objetivo mejorar la eficiencia del uso energético, ya que tiene un menor aumento calórico en comparación con los carbohidratos, así como mejorar la calidad cualitativa. aspectos de la carne, principalmente en lo que respecta al perfil de ácidos grasos, y al aumento de los compuestos funcionales de la carne. Sin embargo, debido a que la naturaleza alimentaria de los rumiantes está asociada al consumo de forrajes, los cuales son pobres en este nutriente, existe una limitación en su uso, ya que son tóxicos para los microorganismos ruminales. Así, se han realizado investigaciones que evalúan la inclusión de fuentes lipídicas en la dieta de los rumiantes como alternativa alimentaria para mejorar la calidad de la carne, minimizando los efectos sobre la fermentación ruminal.

**Palabras-clave:** Aceites vegetales; oveja; perfil de ácidos grasos de la carne.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a criação de ruminantes é de aproximadamente 253 milhões de cabeças, sendo que destas 218,2 milhões são de bovinos, 20,6 de ovinos e 12,1 de caprinos. A região Nordeste se destaca no efetivo de ovinos, sendo responsável por 70,6% do total nacional, com a Bahia como maior estado produtor, representando 22,8% do efetivo nacional (1), mostrando um grande potencial para produção, desde que os recursos disponíveis sejam bem utilizados.

A cadeia produtiva da ovinocultura é uma atividade em expansão dentro do agronegócio brasileiro como estratégia de desenvolvimento rural e geração de renda. Assim, o aumento na produção e consumo dos produtos dessa cadeia é algo que deve ocorrer a longo prazo em função de fatores como o crescimento natural da população e da renda, e principalmente pela organização desses setores para expandir seus mercados (2).

No Brasil, o consumo de carne ovina ainda é baixo, em comparação aos demais tipos de carne, sendo em média de 0,6 kg/habitante/ano (3), ainda assim, a produção interna não consegue suprir a demanda deste mercado. Uma alternativa para suprir esse déficit seria a intensificação do sistema de produção ovina, tornando-o mais eficiente na gestão e utilização dos recursos, principalmente, no que se diz respeito ao manejo alimentar, um dos principais gargalos financeiros do sistema (4).

O confinamento de ovinos é uma estratégia viável em função da irregularidade de chuvas, que reduz a disponibilidade de forragem, tornando esta alternativa atraente, se utilizadas fontes de alimentos disponíveis na região (5), possibilitando retorno mais rápido do capital investido, por reduzir a idade ao abate dos animais, resultando em carcaças com características desejáveis que atendam às exigências do mercado consumidor (6,7).

Ao longo dos anos tem se buscado alternativas alimentares capazes de suprir a demanda desses rebanhos, promovendo o aumento do desempenho e qualidade de produtos, com melhor custo/benefício para a atividade agropecuária. Dessa forma, os resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos vegetais são passíveis de serem utilizados na alimentação de ruminantes e estão disponíveis, geralmente, no período de escassez de forragem verde, que ocorre na época seca do ano (8).

O Brasil apresenta grande potencial para a produção de oleaginosas utilizadas no processo de extração de óleos para produção de biocombustíveis, com destaque para as culturas da soja, girassol, algodão, amendoim, mamona, canola, dendê, entre outras. Essa extração pode ocorrer de forma mecânica ou química sendo que ambas resultam em subprodutos, como farelos e tortas que possuem alto potencial nutritivo, apresentando

concentrações consideráveis de proteína e extrato etéreo, o que possibilita o atendimento das exigências nutricionais destas frações pelos animais (9,10).

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 (11,12). Entretanto, o fornecimento de lipídeos, em níveis superiores a 7%, geralmente, causa redução no consumo voluntário do alimento e digestibilidade dos nutrientes, principalmente da fibra (13). Provavelmente, isso ocorre devido aos limites metabólicos de utilização da gordura, tanto para oxidação, como para armazenamento nos tecidos (14).

As respostas à presença dos lipídeos na dieta estão intimamente relacionadas à forma de inclusão, ao grau de insaturação e ao comprimento da cadeia. Assim, acredita-se que as fontes de gordura menos insaturadas sejam menos problemáticas que fontes mais insaturadas, portanto, as respostas observadas à inclusão de lipídeos podem estar intimamente relacionadas ao perfil de ácidos graxos do óleo utilizado (15). Assim, objetivou-se com esta revisão abordar os principais aspectos relacionados ao efeito das fontes lipídicas sobre a qualidade da carne de animais ruminantes.

## FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A suplementação com lipídios tem se mostrado uma excelente prática nutricional, uma vez que são 2,25 vezes 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 (16).

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 (17). Entretanto, o fornecimento de lipídeos, em níveis superiores a 7%, geralmente, causa redução no consumo voluntário do alimento e digestibilidade dos nutrientes, principalmente da fibra (13).

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 conseqüente redução do contato destas com agentes de digestão (14).

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 (14). 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, 18:0*) (18).

Existem inúmeras fontes de lipídeos que podem ser adicionadas em dietas para ruminantes, tais como sementes de oleaginosas (soja, girassol, algodão, canola, etc.), óleos e gorduras livres (óleos vegetais, sebo, óleo reciclado de cozinha, óleos de peixes, misturas de óleos vegetais e animais) e gorduras especiais “protegidas” (sais de cálcio de ácidos graxos) (14).

As respostas à presença dos lipídios na dieta estão intimamente relacionadas à forma de inclusão, ao grau de insaturação e ao comprimento da cadeia (19). Assim, acredita-se que as fontes menos insaturadas sejam menos problemáticas que fontes mais insaturadas, portanto, as respostas observadas à inclusão de lipídeos podem estar intimamente relacionadas ao perfil de ácidos graxos do óleo utilizado (15).

## ÓLEOS VEGETAIS

Diversas culturas oleaginosas (soja, girassol, dendê, canola, algodão, mamona, amendoim, dentre outras) podem ser utilizadas na obtenção de óleos vegetais, os quais apresentam grande diversidade de aplicação industrial que compreendem a área alimentícia, cosmética e de produção de biocombustíveis, e por isso tem se verificado um aumento na sua demanda de mercado, e para melhorar seu aproveitamento, deve-se explorar a potencialidade agrícola de cada região (20-22).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC n.481, 2021), os óleos vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios, tais como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura, obtidos das partes das espécies vegetais, sólidos ou pastosos à temperatura de 25°C.

Óleos vegetais têm sido utilizados 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). Os óleos vegetais contêm alta proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados (Tabela 1), e digestibilidade aparente mais alta que as fontes lipídicas de origem animal (23).

Tabela 1. Composição de ácidos graxos em diferentes óleos vegetais utilizados em dietas experimentais para ruminantes

Óleos	Ácidos Graxos (g/100 g AG)						Autor
	14:00	C16:0	C18:0	C18:1 n-9	C18:2 n-6	C18:3 n-3	
Soja	0,09	12,2	3,27	29,4	45,8	3,78	Roy et al. (24)
Girassol	0,33	8,5	7,4	25,7	54,2	0,32	
Palma	12,6	8,98	2,21	17,1	14,9	1,27	Carvalho et al. (25)
Milho	0,13	11,8	5,18	20,66	53,99	5,51	Girón et al. (26)
Canola	-	1,9	2,3	63,7	23	8,8	Miltko et al. (27)
Linhaça	-	1,9	1,6	28,5	17,5	50,1	
Babaçu	16,2	8	3,3	11,6	1,7	0,3	Parente et al. (28)
Buriti	0,8	17,7	1,67	76,2	1,6	1,14	Diogenes et al. (29)

As plantas oleaginosas, e os óleos derivados destas, apresentam variações nas proporções dos diferentes ácidos graxos, podendo apresentar também respostas distintas quando fornecidos aos animais (30). Nos óleos e gorduras naturais os ácidos graxos ocorrem principalmente como ésteres, que podem estar sob a forma esterificada denominado ácidos graxos livres, forma em que é transportada no plasma (31,32). São classificados estruturalmente pelo grau de saturação em, saturados (AGS), contendo apenas ligações simples entre carbonos, monoinsaturados (AGMI) contendo uma dupla ligação ou poli-insaturados (AGPI), com duas ou mais duplas ligações entre carbonos.

Os ácidos graxos saturados podem ser divididos ainda em dois grupos: cadeia média (entre 8 e 12 átomos de carbono na cadeia) e cadeia longa (acima de 14 átomos de carbono).

Os principais AGS de cadeia longa são: mirístico (14:0), palmítico (16:0) e o esteárico (18:0). Os AGS de cadeia longa encontram-se no estado sólido à temperatura ambiente. De maneira geral, na gordura saturada (C12:0, C14:0 e C16:0) eleva a concentração plasmática de colesterol, enquanto o C18:0 é neutro em seus efeitos sobre o colesterol (33).

O ácido graxo monoinsaturado mais comum encontrado na natureza é o oleico (C18:1), série ômega 9, tendo como principais fontes os óleos de oliva e canola (34). O ácido oleico, quando originado de fontes vegetais, diminui as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) sem, contudo, diminuir as lipoproteínas de alta densidade (HDL). Este fato produz um aumento na quantidade de HDL (bom colesterol) no sangue trazendo benefícios à saúde humana (35).

Os ácidos graxos poli-insaturados, como ácido linoleico (C18:2 n-6) e ácido linolênico (C18:3 n-3), são essenciais na dieta humana, e podem ser associadas à prevenção de doenças (36). São abundantemente encontrados em fontes de óleos vegetais, podendo ter sua concentração aumentada na carne, em função do fornecimento em dietas ricas em óleos ou sementes de oleaginosas aos animais (37).

## ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE RUMINANTES

Os lipídios são os constituintes da carne que apresentam maior variação, a qual ocorre em função de fatores intrínsecos (sexo, raça e idade) e extrínsecos (dieta e sistema de terminação) e também na região a ser depositada (38). O nível nutricional das dietas é um dos fatores mais importantes a influenciar o teor de gordura intramuscular da carne. Entretanto, do ponto de vista nutricional, não apenas a quantidade de gordura é importante, mas também sua composição em ácidos graxos (39,40).

A consciência dos consumidores da relação entre dieta e bem-estar, tem impulsionado o mercado de alimentos com efeitos benéficos a saúde. Assim, estratégias de alimentação animal têm sido adotadas com o objetivo de aumentar a concentração de uma série de ácidos graxos promotores de saúde presentes na carne (41,42).

A qualidade nutricional de lipídios em carcaças de ruminantes é avaliada com base em sua composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGPI), séries n-6 e n-3. As razões AGPI:AGS e n-6:n-3 têm sido utilizadas com frequência para análise do valor nutricional de óleos e gorduras e indicar o potencial colesterolêmico. Os Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas (43).

A carne de ovinos é considerada rica em AGS e apresenta baixa relação AGPI:AGS, o que ocorre devido a extensa biohidrogenação dos ácidos graxos da dieta, pelos microrganismos do rúmen, que consiste na adição de um íon hidrogênio em uma dupla ligação, resultando na conversão de ácidos graxos insaturados em seus saturados correspondentes. A maioria dos ácidos insaturados com 18 carbonos (C18:1, C18:2 e C18:3, respectivamente, oleico, linoleico e linolênico) ou 16 carbonos (16:1, o palmitoleico) será convertida a ácido esteárico (18:0) e palmítico (16:0), respectivamente. Uma vez que, o processo de biohidrogenação não é 100% completo para todos os poli-insaturados, alguns como o C18:2, C18:3 e produtos intermediários tais como CLA e C18:1 *t11* alcançam o duodeno e são absorvidos (18,44).

Os AG presentes na gordura intramuscular podem ainda, ser derivados da síntese endógena, a qual tem como principal precursor o ácido acético, proveniente da síntese dos microrganismos ruminais. A partir do ácido acético e pela ação de diferentes enzimas, como acetil-CoA carboxilase alfa e ácido graxo sintase, é possível prolongar a cadeia do carbono até C16:0 (45). A cadeia pode então ser ainda mais alongada e/ou dessaturada para a formação de C18:1 e C16:1, devido à ação da enzima estearoil-CoA dessaturase. Esta enzima

também é responsável pela produção tecidual de CLA a partir do C18:1 *t*11, que deriva da biohidrogenação ruminal dos AG da dieta (40,45).

Os principais ácidos graxos encontrados na carne de ovinos são o C16:0 (20,11% - 24,80%), C18:0 (16,98% - 31,05%) e C18:1 (32,61% - 46,40%) (46-48). Os AGS dessa espécie variam entre 40-49% do total de AG. No entanto, o C18:0, apresenta baixa participação em doenças cardiovasculares, a qual varia entre 11 e 27% do total de AG (49). Já o teor AGPI n- 6, C18:2 n- 6, PUFA n-3, C18: 3 n-3 varia entre 5 a 15%, 3 a 14%, 0,8 a 4% e 0,3 a 3% de AG total, respectivamente. Além disso, os AGPI de cadeia longa (ácido eicosapentaenóico, C20:5 n-3, ácido docosahexaenóico, C22:6 n-3), que derivam da dessaturação e alongamento de C18:3 n-3, têm papel positivo na redução das concentrações sanguíneas de triacilglicerol, vasodilatação e resposta inflamatória. Assim, uma ingestão diária adequada de C20: 5 n- 3 mais C22: 6 n- 3 foi fixada em 250 mg (50).

Utilizando óleo de soja e girassol Roy et al. (24) observaram aumento no conteúdo total de ácidos graxos pili-insaturados e CLA na carne de cabras alimentadas com as dietas contendo óleo (girassol e soja), efeito parcialmente atribuído às concentrações aumentadas de C18:1 *t*11 decorrente da biohidrogenação parcial de C18:1, C18:2 e C18:3 pelos microrganismos ruminais. O C18:1 *t*1 pode servir como substrato para atuação da enzima  $\Delta 9$  dessaturase, nos tecidos para síntese endógena de CLA. Assim, com utilização de dietas ricas em óleo, ocorre maior escape de ácidos graxos insaturados devido a capacidade de biohidrogenação dos microrganismos do rúmen ser excedida, permitindo assim maior absorção e presença destes componentes nos produtos (30).

O método mais comum para aumentar o conteúdo de CLA da carne de ruminantes é fornecer aos animais fontes dietéticas adicionais ricas em C18:2 n-6 e C18:3 n-3 para uso como substratos para biohidrogenação ruminal. O óleo de soja e o óleo de linhaça são as duas principais fontes disponíveis para a alimentação de ruminantes, os quais são ricos em ácidos C18:2 n-6 e C18:3 n-3 (51).

Em estudo realizado por Fiorentini et al. (52) avaliando o efeito do óleo de palma, óleo de linhaça, gordura protegida e soja em grão sobre o perfil de ácidos graxos da carne, foi observado aumento nos níveis de CLA (C18: 2 *c*9, *t*11) no músculo e gordura subcutânea dos animais alimentados com óleo de soja, fato justificado pela quantidade de ácido linolênico encontrada nessa fonte. Os autores observaram ainda, uma melhora do índice de aterogenicidade e da atividade elongase, apresentando grande potencial para melhorar a qualidade da carne e gordura subcutânea. Esta é uma característica importante, pois está relacionada aos ácidos pró e antiaterogênicos e indica os potenciais estímulos à agregação plaquetária. Consequentemente, existe um maior potencial de prevenção da ocorrência de doenças das artérias coronárias (53).

Milko et al. (27) observou que dietas contendo óleo de linhaça melhoraram a qualidade da carne de cordeiros, uma vez que reduziu os AGS (C15:0, C16:0 e C17:0), ao passo que aumentou a concentração de AGPI n-3 (C18:3, C 20:5, C 22:6). Segundo os autores, a redução dos AGS provavelmente foi causada por inibição da síntese *de novo* por uma maior porcentagem de AG exógenos no pool metabólico. Além disso, dietas contendo óleo de linhaça também podem refletir em um processo de biohidrogenação incompleto, como efeito do alto consumo de gorduras desprotegidas ricas em C18:3. A redução dos AGS na carne de ruminantes é um fator considerado positivo, uma vez que são os principais ácidos graxos hipercolesterolêmicos (C14:0 e C16:0) associados ao maior risco de doenças cardiovasculares em humanos, o que está relacionado a suas propriedades de aumento do colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (54).

A proporção de AGPI e AGS é um indicador significativo para avaliação nutricional de gordura, com recomendação em torno de 0,40 OMS/FAO (55). Efeitos benéficos de AGPI,

como eicosapentaenóico (EPA, C20:5 n-3) e docosahexaenóico (DHA, C22:6 n-3) ácidos, incluem ações anti-inflamatórias, antiaterogênicas e antitrombóticas (56).

Ao avaliar o desempenho e características da carne de novilhos alimentados com dietas contendo óleo de palma hidrogenado, sabão de cálcio de óleo de oliva e óleo de soja, Castro et al. (49) observaram uma maior concentração de C18:0 na gordura intramuscular animais alimentados com óleo de soja em comparação aos que receberam fonte de óleo de palma. De acordo com os autores, tal comportamento pode ter ocorrido devido a biohidrogenação ruminal total de parte dos ácidos graxos insaturados (C18:1) da dieta, aliado a menor atividade da enzima  $\Delta 9$ -dessaturase no tratamento com óleo de soja. Esta enzima converte parcialmente o 18:0 em 18:1 n-9 no tecido adiposo (42) e sua atividade é inibida por AGPI (57) os quais se apresentaram em maior quantidade no tratamento com óleo de soja.

Castro et al. (49) observaram ainda, um aumento nos teores de 18:1 *t11* e 18:2 *c9, t11* – CLA na carne dos animais que receberam óleo de oliva na dieta. Estudos *in vitro* têm mostrado que durante a biohidrogenação do C18:1 n-9 pequenas quantidades de C18:1 *t11* também são produzidos (58,59). Já o C18:2 *c9, t11* presente no tecido adiposo é originado da biohidrogenação ruminal do C18:2 *c9, c12* (60).

A biohidrogenação de C18:2 n-6 e C18:3 n-3 corresponde a mais de 70% e 85% do total, respectivamente (61). Assim, os AG by-pass, os produtos intermediários e finais da biohidrogenação ruminal podem ser encontrados na carne de ruminantes. No entanto, os AG na gordura intramuscular também pode ser derivado da síntese endógena, a qual tem como principal precursor o ácido acético, derivado da síntese dos microrganismos ruminais. A partir do ácido acético e pela ação de diferentes enzimas, como a acetil-CoA carboxilase alfa e a ácido graxo sintase, é possível alongar a cadeia carbonada até C16:0 (44). A cadeia pode então ser alongada e/ou dessaturada para a formação de C18:1 n-9 e C16:1 n-9, devido à ação da enzima estearoil-CoA dessaturase (39).

Ruminantes suplementados com dietas contendo lipídios ricos em AGPI, é a abordagem mais eficaz para diminuir os AGS e promover o enriquecimento potencial para a saúde. Assim altos níveis de ingestão de AGPI podem levar a uma biohidrogenação parcial, resultando em alta produção de AG trans octadecenóicos e altos níveis de ácido rumênico (C18:2 *c9, t11*) a serem absorvidos (62).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de lipídios em dietas para ruminantes como estratégia para a modificar o perfil de ácidos graxos na carne, é uma alternativa que tem apresentado resultados positivos, considerando principalmente, o perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas e a quantidade fornecida aos animais. Assim, as modificações que ocorrem via processo de biohidrogenação, poderão agregar aos produtos derivados destes animais, compostos bioativos funcionais, os quais podem ajudar na manutenção saúde e na prevenção de doenças.

## REFERÊNCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2020 [citado 15 Set 2021]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>
2. Martins EC, Magalhães KA, Souza JDF, Guimarães VP, Barbosa CMP, Holanda Filho ZF. Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. Brasília: Embrapa Caprinos e Ovinos; 2016. p. 3-6.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nation - FAO. FAOSTAT database. Roma: FAO; 2013.
4. Alves EM, Pedreira S, Moreira BS, Daiane L. Carcass characteristics of sheep fed diets with slow-release urea replacing conventional urea. *Acta Sci.* 2014;36(3):303-10.
5. Parente HN, Machado TMM, Carvalho FC, Garcia R, Rogério MCP, Barros NN, et al. Desempenho produtivo de ovinos em confinamento alimentados com diferentes dietas. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009;61(2):460-6.
6. Medeiros GRD, Carvalho FFRD, Batista ÂMV, Dutra Júnior WM, Santos GRDA, Andrade DKBD. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. *Rev Bras Zootec.* 2009;38(4):718-27.
7. Lage JF, Paulino PVR, Pereira LGR, Valadares Filho SDC, Oliveira ASD, Detmann, E, et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesqui Agropecu Bras.* 2010;45(9):1012-20.
8. Oliveira RL, Leão AG, Abreu LL, Teixeira, S, Silva TM. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. *Rev Cient Prod Anim.* 2013;15(2):141-60.
9. Beltrão NDM, Oliveira MIPD. Oleaginosas e seus óleos: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel. Campina Grande: Embrapa Algodão; 2008. (Documentos, 201).
10. Oliveira RL, Leão AG, Ribeiro OL, Borja MS, Pinheiro AA, Oliveira RL, et al. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 2012;25(4):625-38.
11. Horton GMJ, Wohlt JE, Palatini DD, Baldwin JA. Rumen-protected lipid for lactating ewes and their nursing lambs. *Small Rumin Res.* 1992;9:27-36.
12. Valinote AC, Carlos J, Nogueira M, Leme PR, Silva L, Cunha JA. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. *Rev Bras Zootec.* 2005;34(4):1418-23.
13. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press; 1994.
14. Palmquist DL, Mattos WRS. Metabolismo de lipídeos. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. *Nutrição de ruminantes.* Jaboticabal: Funep; 2011.
15. Silva MMCD, Rodrigues MT, Branco RH, Rodrigues CAF, Sarmento JLR, Queiroz ACD, et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação : consumo e eficiência de utilização de nutrientes. *Rev Bras Zootec.* 2007;36(1):257-67.
16. Nobre IS, Souza BB, Marques BAA, Batista NL. Efeito de diferentes níveis de concentrado e inclusão de gordura protegida na dieta sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. *Agropecu Cient Semiárido.* 2013;9(2):14-20.

17. Baldwin RL, Smith NE, Taylor J, Sharp M. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. *J Anim Sci.* 1980;51(6):1416-28.
18. Kim EJ, Huws SA, Lee MRF, Scollan ND. Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2009;22(9):1341-50.
19. Nociti RP, Salcedo YTG, Feliciano MAR, Vicente WRR, Lima VFMH, Oliveira MEF. Efeito da ingestão de lipídeos sobre a reprodução de pequenos ruminantes : revisão de literatura. *Investigacao.* 2016;15(4):42-6.
20. Conceição MM, Candeia RA, Dantas HJ, Soledade LE, Fernandes VJ, Souza AG. Rheological behavior of castor oil biodiesel. *Energy Fuels.* 2005;19(5):2185-8.
21. Brock J, Nogueira MR, Zakrzewski C, Corazza FDC, Corazza ML, Oliveira JVD. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. *Food Sci Technol.* 2008;28(3):564-70.
22. Correia IMS, Araújo GS, Paulo JBA, Sousa EMBD. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) e Coco (*Cocos nucifera L.*) produzidos no Nordeste brasileiro. *Scientia Plena.* 2014;10(3):1-7.
23. Costa RG, Queiroga RDCRE, Pereira RAG. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Rev Bras Zootec.* 2009;38:307-321.
24. Roy A, Mandal GP, Patra AK. Evaluating the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybean oil and sunflower oil. *Anim Feed Sci Technol.* 2013;185(1-2):43-52. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.07.004>.
25. Carvalho VB, Leite RF, Almeida MTC, Paschoaloto JR, Carvalho EB, Lanna DPD, et al. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. *Meat Sci.* 2015;110:285-92. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.001>.
26. Girón JEP, Restrepo MLP, Fornaguera JEC. Supplementation with corn oil and palm kernel oil to grazing cows : ruminal fermentation, milk yield , and fatty acid profile. *Rev Bras Zootec.* 2016;45(11):693-703.
27. Miltko R, Majewska MGP, Bełzecki G, Kula K, Kowalik B. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented different vegetable oils. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2019;32(6):767-75.
28. Parente MOM, Rocha KS, Bessa RJB, Parente HN, Zanine AM, Machado NAF, et al. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. *Meat Sci.* 2020;160:107971. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107971>.
29. Diogénes L, Bezerra L, Pereira Filho J, Silva Junior J, Oliveira J, Moura J, et al. Effects of the dietary inclusion of buriti oil on lamb performance, carcass traits, digestibility, nitrogen balance, ingestive behavior and blood metabolites. *Animals.* 2020;10(11):1973.

30. Paula EFE, Maia FP, Chen RFF. Óleos vegetais em nutrição de ruminantes. *Rev Eletronica Nutritime*. 2012;9(6):2075-103.
31. Motta VT. *Bioquímica clínica para laboratório: princípios e interpretações*. 5a ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau; 2009.
32. Botham KM, Mayes PA. Lipídeos de importância fisiológica. In: Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Rodwell VW, Weil PA. *Harper bioquímica ilustrada*. 29a ed. São Paulo: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2012. p. 140-51. ISBN: 978-0-07-176576-3.
33. Denke MA, Grundy SM. Comparison of effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids and lipoproteins. *Am J Clin Nutr*. 1992;56(5):895-8.
34. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AMP, et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013;100(1):1-40.
35. Jacotot B, Sola R, Motta C, Nicolaiew N. Effects of monounsaturated fatty acids on lipoprotein metabolism. *Int Congr Ser*. 1995;1066(1):262.
36. De Lorgeril M, Renaud S, Salen P, Monjaud I, Mamelle N, Martin JL, et al. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*. 1994;343(8911):1454-9.
37. Demeyer D, Doreau M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proc Nutr Soc*. 1999;58(3):593-607.
38. Silva Sobrinho AG. Produção de carne ovina com qualidade. In: *Anais do 24o Congresso Brasileiro de Zootecnia; 2014; Vitória*. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo; 2014.
39. Ivanović S, Pavlović I, Pisinov B. The quality of goat meat and its impact on human health. *Biotechnol Anim Husbandry*. 2016;32(2):111-22.
40. Corazzin, M, Del Bianco S, Bovolenta S, Piasentier E. Carcass characteristics and meat quality of sheep and goat. In: Lorenzo JM, Munekata PES, Barba FJ, Toldrá F, editors. *More than beef, pork and chicken - the production, processing, and quality traits of other sources of meat for human diet*. Cham: Springer; 2019. p. 119-65.
41. Dewhurst RJ, Moloney AP. Modification of animal diets for the enrichment of dairy and meat products with omega-3 fatty acids. In: Jacobsen C, Nielsen NS, Horn AF, Sørensen A-DM, editors. *Food enrichment with omega-3 fatty acids*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2013. p. 257-87. doi: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857098863.3.257>.
42. Shingfield KJ, Bonnet M, Scollan ND. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*. 2013;7 suppl 1:132-62. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731112001681>

43. Arruda PD, Pereira ES, Pimentel PG, Bomfim MAD, Mizubuti IY, Ribeiro EDA, et al. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina Cienc Agrar*. 2012;33(3):1229-40.
44. Holanda MAC, Holanda MCR, Mendonça Júnior AF. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. *Acta Vet Brasilica*. 2011;5(3):221-9.
45. Ladeira MM, Schoonmaker JP, Gionbelli MP, Dias JC, Gionbelli TR, Carvalho JRR, et al. Nutrigenomics and beef quality: a review about lipogenesis. *Int J Mol Sci*. 2016;17(6):1-21.
46. Madruga MS, Sousa WD, Rosales MD, Cunha MDGG, Ramos JDF. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. *Rev Bras Zootec*. 2005;34(1):309-15.
47. Prache S, Gatellier P, Thomas A, Picard B, Bauchart D. Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture-fed lambs. *Animal*. 2011;5(12):2001-9.
48. Barros MCC, Silva FF, Silva RR, Simionato JI, Guimarães GS, Silva LL, et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *Longissimus dorsi*. *Semina Cienc Agrar*. 2015;36(1):431-42.
49. McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JMW, Bonham MP, et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Sci*. 2010;84(1):1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029>.
50. European Food Safety Authority - EFSA. Dietary reference values for nutrients summary report. Parma: EFSA Support Publ; 2017. p. e15121.
51. Castro T, Cabezas A, Fuente J, Isabel B, Manso T, Jimeno V. Animal performance and meat characteristics in steers reared in intensive conditions fed with different vegetable oils. *Animal*. 2016;10(3):520-30. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731115002554>.
52. Fiorentini G, Lage JF, Carvalho IPC, Messana JD, Canesin RC, Reis RA, et al. Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined nellore steers. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2015;28(7):976-86.
53. Ulbricht TL, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*. 1991;338(8773):985-92.
54. Salter AM. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. *Animal*. 2013;7:163-71.
55. World Health Organization - WHO. Food and Agriculture Organization - FAO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: WHO; 2003. (Technical Report Series).
56. Givens DI, Kliem KE, Gibbs RA. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated

- fatty acids in the human diet. *Meat Sci.* 2006;74(1):209-18.
57. Ntambi JM. Regulation of stearoyl-CoA desaturase by polyunsaturated fatty acids and cholesterol. *J Lipid Res.* 1999;40(9):1549-58. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)33401-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2275(20)33401-5).
58. Mosley EE, Powell GL, Riley MB, Jenkins TC. Microbial biohydrogenation of oleic acid to trans isomers in vitro. *J Lipid Res.* 2002;43(2):290-6. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)30171-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2275(20)30171-1).
59. Mckain N, Shingfield KJ, Wallace RJ, Wallace RJ. Metabolism of conjugated linoleic acids and 18 : 1 fatty acids by ruminal bacteria : products and mechanisms. *Microbiology.* 2010;156(2):579-88.
60. Griinari JM, Bauman DE. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Yurawecz MP, Mossoba M, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson G, editors. *Advances in conjugated linoleic acid research*. Champaign: AOCS Press; 1999. p. 180-200.
61. Scollan ND, Lee MR, Enserb M. Biohydrogenation and digestion of long chain fatty acids in steers fed on *Lolium perenne* bred for elevated levels of water-soluble carbohydrate. *Anim Res.* 2003;52(6):501-11.
62. Bessa RJB, Lourenço M, Portugal PV, Santos-Silva J. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lambs carcass composition, meat quality and fatty acid composition. *Meat Sci.* 2008;80(4):1100-5.

**Recebido em: 13/12/2021**

**Aceito em: 03/05/2022**