

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE DE BOVINOS LEITEIROS

Pedro Archanjo Sampaio^{1*}, Mayara Paula Paglione¹, Giovana Almeida Reis¹, Stéfany Oliveira de Souza², Rodrigo José de Oliveira², Amanda dos Santos² Pedro Henrique Ribeiro².

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Campus Jaboticabal – Jaboticabal/SP – Brasil - *Contato: pedro.sampaio@unesp.br

²Discente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Campus Jaboticabal – Jaboticabal/SP – Brasil

INTRODUÇÃO

O leite é um alimento com forte relação cultural, social e econômica no cotidiano de várias nações. É um alimento onipresente e com fortes propriedades nutracêuticas, principalmente advinda de suas proteínas, açúcares, mineiras, vitaminas, e sobretudo a gordura. A gordura do leite bovino é composta 98% por triacilglicerídeos, compondo nesse alimento, um perfil de ácidos graxos no leite (PAG).³

Alguns desses ácidos graxos tem efeito benéfico já descrito pela literatura, com potencial efeito sobre a diminuição de algumas formas de câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade.^{22,27} No entanto, vários fatores apresentam forte efeito na modulação do PAG, tal como manejos da propriedade leiteira, clima, aspectos fisiológicos, raça e aspectos genéticos dos animais. Entretanto, diversos estudos apontam o sistema de alimentação como principal fonte de influência do PAG do leite.^{2,8,22}

Nosso objetivo é revisar a fisiologia e o metabolismo do perfil de ácidos graxos no leite de bovinos leiteiros.

MATERIAL

O resumo foi elaborado através de uma revisão sistemática dos artigos mais relevantes relacionados ao tema. A pesquisa foi feita a partir das palavras chaves “Fatty acids profile in dairy cows” na plataforma do Google Scholar, Journal Of Dairy Sciences, Scopus e Scielo, selecionando artigos mais relevantes de 1991 a 2023.

RESUMO DE TEMA

Os triglicerídeos presentes na gordura láctea são sintetizados nas células epiteliais da glândula mamária por ácidos graxos oriundos da dieta e dos lipídeos disponíveis no sangue via mobilização corporal, ou a partir de precursores metabólicos vindos do rúmen, como o acetato e β -hidroxibutirato, que possibilitam a síntese *de novo*. Os ácidos graxos (AG's) são cadeias hidrocarbonadas de comprimento variado e podem ser classificados pelo i) tamanho da cadeia carbônica em ácidos graxos de cadeia curta (C4:C8), cadeia média (C10:C14) e longa (acima de C16², ou ii) presença de insaturações, como ácidos graxos saturados ou insaturados¹². O leite bovino apresenta cerca de 400 ácidos graxos em sua composição, que apresentam cadeia carbônica entre C4 e C24¹⁰.

Há basicamente três frentes para a síntese e composição do perfil de ácidos graxos do leite, além de diversos fatores decisivos durante esses processos no organismo dos animais. O primeiro está diretamente relacionado aos metabólitos gerados no rúmen a partir da fermentação: acetato, propionato e β -hidroxibutirato. O acetato e o β -hidroxibutirato (produzido pelo epitélio ruminal a partir da absorção do butirato) são utilizados como fontes de carbonos dos ácidos graxos da via denominada com “síntese *de novo*” – são os principais precursores da síntese de ácidos graxos ‘de novo’ na glândula mamária², representada esquematicamente pela Figura 1. Esse processo metabólico corresponde a cerca de 18 a 28% da gordura do leite em vacas holandesas de alta produção¹⁰. Em adição, as outras duas frentes estão relacionadas aos ácidos graxos de cadeia longa – saturados e insaturados – presentes na gordura láctea. Estes, são provenientes tanto da absorção direta dos lipídios da dieta, quanto da mobilização de tecidos gordurosos do próprio organismo, a depender do estado energético do animal¹⁸. Detalhadamente, alguns pesquisadores² descreveram que esses AG's pré-formados derivam, predominantemente, de lipoproteínas circulantes e ácidos graxos não esterificados (NEFA) que se originam da absorção de lipídios do trato digestivo e da mobilização de reservas de gordura corporal, respectivamente¹. Normalmente, a lipólise e a mobilização da gordura corporal representam <10% dos ácidos graxos na gordura do leite².

Majoritariamente os ácidos graxos dietéticos são insaturados, devido ao uso de óleos e forragem nas dietas (maior proporção de ácidos graxos insaturados), porém no rúmen são rapidamente hidrogenadas por lipases microbianas, formando ácidos graxos saturados e isômeros cis e trans, durante a biohidrogenação. Estes ácidos graxos de cadeia longa passam para os intestinos e são absorvidos pelas papilas intestinais e carreado por lipoproteínas até a glândula mamária ou tecidos adiposos¹⁰, modulando o

perfil de ácidos graxos do leite. No entanto, inúmeros fatores alteram as vias de metabolização e os processos bioquímicos relacionados aos ácidos graxos do leite. Por isso, encontra-se grande variação do perfil de ácidos graxos no leite em diferentes animais e diferentes rebanhos.

A síntese dos produtos da fermentação, acetato, propionato e butirato, influem sobre a síntese lipídica na glândula mamária por redução no substrato para síntese de ácidos graxos *de novo* (acetato e β -hidroxibutirato) e/ou aumento na circulação de insulina circulante, como resposta ao incremento de propionato ruminal, responsável por direcionar os ácidos graxos voláteis para diversos tecidos corporais, sobretudo o tecido adiposo, promovendo escassez de precursores gordurosos na glândula mamária². Ademais, eventos bioquímicos como a biohidrogenação, são influenciados pelos processos microbianos² que dependem diretamente do perfil de microrganismos, pH ruminal e, conseqüentemente, da dieta ofertada aos animais, sobretudo o fornecimento de alimentos fibrosos ou concentrados, que promovem alteração dos parâmetros ruminais. Essa manipulação do meio ruminal altera diretamente a via de síntese de ácidos graxos *de novo* (Figura 1), pela queda do pH e mudança na fauna do rúmen, e com isso a saturação do processo de biohidrogenação, a qual libera intermediários, como o CLA trans-10 cis-12, a ser reduzido a trans-10 18:1 posteriormente, que atuam inibindo a atividade das enzimas lipogênicas acetil-CoA carboxilase e ácido graxo sintase²⁰ na glândula mamária, responsáveis pela síntese de ácidos graxos do leite. Essa resposta bioquímica é coordenada por proteínas chamadas SREBP (Sterol Response Element-Binding Protein)²¹. A síntese de CLA trans-10 cis-12 é descrita como resultado da biohidrogenação incompleta² e representa forte influência da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen sobre a composição de ácidos graxos lácteos em bovinos leiteiros.⁹ Em continuação, o fator nutricional é apontado como o principal modulador do perfil de ácidos graxos no leite. A composição das dietas pode alterar as taxas de deposição de tecido adiposo nos animais, afetando o metabolismo e disponibilidade de reservas corporais para a síntese de ácidos graxos lácteos. Como também atua na taxa de passagem da ingesta, e com isso maior fluxo de ácidos graxos para a absorção intestinal. Por exemplo, com maiores proporções de alimentos fibrosos, até certo ponto, há aumento na taxa de passagem da digesta em resposta ao estímulo das contrações rumeno-reticulares, bem como a ruminação, intensificando a velocidade de passagem da dieta, e com isso, maior aporte de ácidos graxos para digestão ao longo no trato intestinal, o que afeta o processo de digestibilidade dos ácidos graxos no intestino delgado e influencia o perfil de ácidos graxos da gordura do leite³.

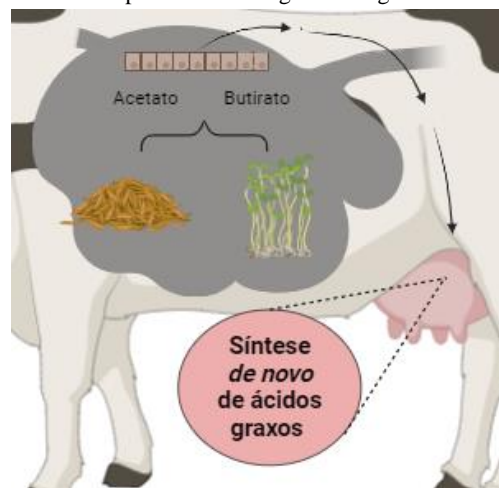


Figura 1- Metabolismo de síntese de ácidos graxos *de novo* na glândula mamária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



XIII Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente

Em conclusão temos que há muitas rotas bioquímicas trabalhando em conjunto para compor o perfil de ácidos graxos do leite. Todas são fortemente afetadas pela nutrição do animal, composição da dieta, e modulação do ambiente ruminal, além de outros fatores. Fica claro que para conhecermos mais sobre o perfil de ácidos graxos do leite, é preciso ter uma visão holística sobre o animal e o ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barber, Michael C. et al. Lipid metabolism in the lactating mammary gland. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*, v. 1347, n. 2-3, p. 101-126, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0005-2760\(97\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S0005-2760(97)00079-9)
2. Bauman, Dale E.; Griinari, J. Mikko. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual review of nutrition*, v. 23, n. 1, p. 203-227, 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408>
3. Bionaz, M., Vargas-Bello-Pérez, E., Busato, S. Advances in fatty acids nutrition in dairy cows: from gut to cells and effects on performance. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 11, 1–36, 2020. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00512-8>
4. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109, 828–855, 2007. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700080>
5. Flachowsky, G., Erdmann, K., Hüther, L., et al. Influence of roughage/concentrate ratio and linseed oil on the concentration of trans-fatty acids and conjugated linoleic acid in duodenal chyme and milk fat of late lactating cows. *Arch. Anim. Nutr.* 60, 501–511, 2006. <https://doi.org/10.1080/17450390601022845>
6. Jenkins, T.C., Wallace, R.J., Moate, P.J., et al. Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J. Anim. Sci.* 86, 397–412, 2008. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0588>
7. Jensen, R.G., Ferris, A.M., Lammi-Keefe, C.J. The Composition of Milk Fat. *J. Dairy Sci.* 74, 3228–3243, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78509-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78509-3)
8. Kliem, K.E., Shingfield, K.J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 118, 1661–1683, 2016. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400543>
9. Latham, M.J., Storry, J.E., Sharpe, M.E. Effect of Low-Roughage Diets on the Microflora and Lipid Metabolism in the Rumen. *Appl. Microbiol.* 24, 871–877, 1972. <https://doi.org/10.1128/am.24.6.871-877.1972>
10. Loor, J.J., Ueda, K., Ferlay, A., et al. Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of Trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage:concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 2472–2485, 2004. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73372-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73372-X)
11. Markowiak-Kope, P., Slizewska, K. The trend in the amount of SCFAs found in feces is more closely related to nutrition, environmental variables, and intestinal microbiome dysbiosis. *Nutrients* 12, 1–23, 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12041107>
12. Neville, Margaret C.; Picciano, Mary Frances. Regulation of milk lipid secretion and composition. *Annual review of nutrition*, v. 17, n. 1, p. 159-184, 1997. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.159>
13. Palmquist, D.L., Denise Beaulieu, A., Barbano, D.M. Feed and Animal Factors Influencing Milk Fat Composition. *J. Dairy Sci.* 76, 1753–1771, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77508-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77508-6)
14. Peterson, D.G., Matitashvili, E.A., Bauman, D.E. The inhibitory effect of trans-10, cis-12 CLA on lipid synthesis in bovine mammary epithelial cells involves reduced proteolytic activation of the transcription factor SREBP-1. *J. Nutr.* 134, 2523–2527, 2004. <https://doi.org/10.1093/jn/134.10.2523>
15. de Salas-Huetos, Albert et al. Women's and men's intake of omega-3 fatty acids and their food sources and assisted reproductive technology outcomes. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 227, n. 2, p. 246. e1- 246. e11, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.03.053>
16. Shingfield, K.J., Reynolds, C.K., Lupoli, B., Toivonen, V., Yurawecz, M.P., Delmonte, P., Griinari, J.M., Grandison, A.S., Beever, D.E., 2005. Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil. *Anim. Sci.* 80, 225–238. <https://doi.org/10.1079/ASC41820225>

APOIO:

