

ÓLEO DE SOJA COMO SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA PARA RUMINANTES LEITEIROS E PRECURSOR DE FATOR ANTI OBESIDADE NO LEITE – REVISÃO

SILVA, Leandro Santos e ¹.

Recebido: 21/04/2020

Aceito: 22/07/2020

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

RESUMO

A pesar da limitação na utilização de lipídios na dieta de ruminantes, por interferir na digestão da fibra e causar problemas metabólicos, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de reduzir a concentração de ácidos graxos saturados do leite, que é apontada como um dos fatores desencadeadores de doenças cardíacas, e aumentar a concentração de insaturados, que estão relacionados com o combate a essas doenças, além de melhor aproveitamento energético da dieta. Dentre os pontos de interesse, está o aumento da concentração de ácido linoleico conjugado (CLA) no leite, que é um elemento promotor da saúde humana. Dos isômeros já descobertos, o *trans*-10, *cis*-12 vem ganhando destaque por apresentar propriedades antiobesidade. Dessa forma, a elevação da concentração desse isômero nos produtos de origem animal tem se tornado uma exigência mercadológica, que tem buscado por produtos mais saudáveis. O CLA é naturalmente encontrado em produtos originados de ruminantes, por consequência da intensa biohidrogenação ruminal, porém, as concentrações desse fator encontradas no leite são baixas, podendo a utilização de óleos vegetais, ser uma alternativa viável para a manipulação do mesmo.

Palavras-chave: Ácido graxo. Bovinos. Caprinos. CLA. Derivados lácteos.

INTRODUÇÃO

Considerado alimento de alto valor biológico, o leite de animais ruminantes tem se mostrado fonte desencadeadora de doenças metabólicas (CABIDDU et al., 2009), por apresentar altos níveis de ácidos graxos saturados, o que está relacionado com a incidência dessas doenças. Entretanto, pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de alterar o perfil lipídico do leite de ruminantes, reduzindo a concentração de ácidos graxos saturados e aumentando a de insaturados, principalmente de ácido linoleico conjugado (CLA), pois apresentam propriedades que podem prevenir doenças metabólicas (REYNOLDS; ROCHE, 2010).

Dentre os fatores que causam essas doenças está a obesidade, uma das principais causas de mortes no mundo, sendo uma condição médica em que se verifica o acúmulo excessivo de tecido adiposo causado por aspectos principalmente relacionados à alimentação, que pode resultar em doenças cardiovasculares, diabetes, dentre outras (WHO, 2020).

A recente descoberta das propriedades benéficas do CLA, em especial do isômero *trans*-10, *cis*-12 no combate à obesidade (BLANKSON et al., 2000; TSUBOYAMA-KASAOKA et al., 2003), tem despertado o interesse de vários pesquisadores em aumentar a concentração desse isômero no leite. O CLA é naturalmente encontrado em produtos de animais ruminantes, porém, em pequenas proporções, e é resultante da atividade da microbiota ruminal sobre os ácidos graxos dietéticos.

Uma das formas de manipular o perfil de ácidos graxos desses produtos, que tem se mostrado eficiente, é através da utilização de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos insaturados, principalmente óleos vegetais (CHOUINARD et al., 2001) e de peixe (ALMEIDA et al., 2019; BERNARD et al., 2017). Dentre os óleos vegetais, o de soja tem sido bastante estudado na alimentação de ruminantes, por aumentar a densidade energética da dieta sem aumentar o consumo de ração (SALLA et al., 2003), por influenciar positivamente na reprodução (GHASEMZADEH-NAVA et al., 2011) e por ser rico em ácido linoleico, principal precursor do CLA (KHOLIF et al., 2016).

Portanto, dada a crescente demanda por alimentos com propriedades nutraceuticas, aliadas às evidências promissoras do isômero *trans*-10, *cis*-12 CLA no combate à obesidade, a

presente revisão teve como objetivo destacar os efeitos da utilização do óleo de soja como suplementação lipídica para ruminantes e precursor de fator antiobesidade no leite.

LIPÍDIOS EM DIETAS DE RUMINANTES

Naturalmente, a dieta de ruminantes apresenta baixa concentração de lipídios em sua composição, encontrados principalmente na forma de ésteres de glicerol (BUCCIONI et al., 2012) que, quando disponíveis para os microrganismos ruminais, sofrem lipólise, liberando ácidos graxos (na grande maioria insaturados) e glicerol. O glicerol é rapidamente fermentado, resultando principalmente em ácido propiônico e acético (HOBSON; MANN, 1961), enquanto os ácidos graxos são biohidrogenados, originando ácido esteárico (C18:0) e uma grande variedade de isômeros poli-insaturados (PUFAs), especialmente *trans* e ácidos graxos conjugados (PALMQUIST et al., 2005).

Dos ácidos graxos ingeridos na dieta, apenas o linoleico (C18:2) e o linolênico (C18:3) não são sintetizados pelo organismo (COSTA et al., 2009). Além disso, ácidos graxos insaturados, presentes na dieta, são tóxicos para as bactérias celulolíticas. Essa toxicidade parece estar relacionada com o aumento da fluidez da membrana celular, que altera a permeabilidade seletiva, reduzindo a capacidade de regulação do pH intracelular e captação de nutrientes (JENKINS, 1993; MAIA et al., 2010). Essas questões estão relacionadas com a forma de inclusão dos lipídios às dietas, ao grau de sua insaturação e ao comprimento da cadeia (NOCITI et al., 2016).

Por outro lado, o uso de fontes lipídicas em dietas de ruminantes, principalmente ricas em ácidos graxos insaturados, tem despertado interesse por aumentar a densidade energética, melhorar a eficiência de utilização de nutrientes, influenciar positivamente na reprodução e alterar o perfil de ácidos graxos do leite, além de contribuir com a redução da metanogênese e do incremento calórico. No entanto, a adição de lipídios limita-se a aproximadamente 5% da matéria seca da dieta, para evitar alterações prejudiciais no metabolismo ruminal (CENKVÁRI et al., 2005).

Alterações no perfil de ácidos graxos do leite também resultam em mudanças químicas, físicas e sensoriais, tanto do leite como dos manufaturados oriundos dele, além de viabilizar produtos com propriedades benéficas à saúde do consumidor (COSTA et al., 2009).

Estudos mostram que a utilização de gorduras ricas em PUFAs, na alimentação de ruminantes, reduz o total de ácidos graxos saturados e proporciona aumento nas proporções de ácidos graxos insaturados, como C14:1, C16:1, C18:2, C18:3 e C20:2, sem afetar a atividade ruminal e digestão da fibra (SANZ SAMPELAYO et al., 2002; SILVA et al., 2020), resultando em teores maiores de PUFAs, especialmente o CLA, na gordura do leite, quando esses animais são suplementados com concentrados formulados com óleos que apresentem elevados teores de ácido linoleico (Tabela 1).

Os óleos vegetais apresentam alta concentração de ácidos graxos insaturados e digestibilidade aparente mais alta que outras fontes lipídicas (COSTA et al., 2009), conseqüentemente, os óleos proporcionam mais benefícios quando utilizados em dietas de ruminantes.

Segundo Chouinard et al. (2001), os óleos vegetais mais utilizados são: o óleo de linhaça, caracterizado por apresentar altos teores de ácidos oleico e linolênico, de soja e algodão, ricos em linoleico e moderados em oleico. Quando esses ácidos graxos são submetidos à atividade microbiana, originam, dentre outros, o ácido vacênico, que é precursor do ácido rumênico (isômero 18:2, *cis*-9, *trans*-11), principal isômero CLA encontrado no leite (MOSLEY et al., 2002).

Tabela 1 - Componentes da dieta que afetam a concentração de CLA na gordura do leite de ruminantes.

Fatores	CLA (% de gordura)
Suplementação com óleo vegetal (% MS)	
Óleo de soja (3 – 4%)	0,71 – 2,13
Óleo de canola (3 – 3,3%)	0,51 – 1,10
Óleo de linhaça (4,4 - 5,3%)	1,67 – 1,70
Óleo de girassol (5,3%)	2,44
Óleo de amendoim (5,3%)	1,33
Alimentação volumosa	
Pasto	0,59 – 2,21
Silagem	0,34 – 0,86
Feno	0,79

Fonte: Adaptado de Dhiman et al. (2005).

A gordura do leite de ruminantes apresenta proporções mais elevadas de ácidos graxos saturados por conta da extensa biohidrogenação a que os ácidos graxos insaturados, oriundos da dieta, são submetidos no rúmen. Essas proporções são influenciadas, ainda, pela síntese de ácidos graxos saturados na glândula mamária.

Os substratos utilizados para a síntese de triglicerídeos do leite são oriundos da absorção de ácidos graxos do sangue e da síntese “de novo” em células mamárias. A síntese “de novo” é responsável pela produção de C4:0 a C12:0, a maioria dos C14:0 (cerca de 95%) e C16:0 (cerca de 50%) presentes na gordura do leite, enquanto todos os ácidos graxos com 18 carbonos ou mais são originários da absorção intestinal e da mobilização das reservas corpóreas (KLIEM; SHINGFIELD, 2016).

Tratamentos dietéticos que proporcionem níveis mais elevados de lipídios tendem, simultaneamente, a reduzir o teor de gordura do leite, como o desenvolvido por Dhiman et al. (2000), que resultou na elevação de 237% na concentração de CLA, porém, reduziu em cerca de 23% a gordura do leite. Trata-se de uma situação nutricional que resulta na depressão da gordura do leite quando esses animais são alimentados com dietas altamente fermentáveis ou que contenham óleos vegetais ou de peixe, conhecida como síndrome da depressão da gordura do leite (DGL).

Dentre as espécies de ruminantes, os caprinos têm se mostrado menos sensíveis a esta síndrome. Estudos que utilizaram suplementação com óleos vegetais e de peixe, em dietas de caprinos em lactação (ALMEIDA et al., 2019; EKNAES et al., 2017; SILVA et al., 2020), não resultaram em alterações na concentração de gordura no leite. A diferença na resposta entre espécies de ruminantes à suplementação lipídica é devido ao menor deslocamento ruminal da via *trans*-11 para *trans*-10 em caprinos, combinado com a menor sensibilidade da lipogênese mamária ao efeito inibidor dos isômeros de ácidos graxos com configuração *trans*-10 (CHILLIARD et al., 2014; SHINGFIELD et al., 2010).

Portanto, a menor susceptibilidade da espécie caprina aos efeitos depressivos da suplementação lipídica é interessante, pois possibilita melhoria na qualidade nutricional do leite sem perdas na concentração de constituintes de interesse da indústria, como a gordura.

IMPORTÂNCIA DA ELEVAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO NO LEITE

O consumo de ácidos graxos saturados, presentes na carne e no leite, está relacionado com o aumento da concentração sérica de lipoproteína de baixa densidade (LDL), resultando em maior propensão a doenças cardíacas (TANAKA, 2005).

Considerado como alimento de elevado valor nutricional, o leite e seus derivados vêm sendo apontados como fator desencadeador de doenças metabólicas, particularmente cardiovasculares, considerada como uma das principais causas de morte nos países desenvolvidos (SIURANA; CALSAMIGLIA, 2016). Os efeitos negativos da alta ingestão de ácidos graxos saturados (CABIDDU et al., 2009), combinada com a baixa de PUFAs, estão associados à elevação dos riscos dessas doenças (ALBERT et al., 1998; DAVIGLUS et al., 1997).

Devido à exigência mercadológica por itens da dieta que promovam saúde, pesquisas recentes têm buscado alterar o perfil de ácidos graxos em alimentos de origem de ruminantes (BENCHAAR; CHOUINARD, 2009; CABIDDU, et al., 2009; SUKSOMBAT; CHULLANANDANA, 2008), apesar da resistência de manipulação do perfil de ácidos graxos desses alimentos, devido à intensa biohidrogenação a que são submetidos no rúmen (TANAKA, 2005).

Um dos fatores de maior interesse é o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados, especialmente do ácido linoleico conjugado (CLA), que apresenta atividade anticarcinogênica, antiaterogênica, anti-inflamatória, antidiabética, inibe a perda de densidade óssea, possui propriedades moduladoras da função imune, protege contra estágios finais do Lúpus Eritematoso Sistêmico (LES), além de ser um fator antiobesidade (BRUEN et al., 2017; REYNOLDS; ROCHE, 2010).

Os isômeros do CLA, encontrados no leite e na carne de ruminantes, resultam da intensa atividade da microbiota ruminal sobre os lipídios dietéticos, ricos em ácido linoleico (18:2 n-6) e α -linolênico (18:3 n-3), quando em pastagens, ou em linoleico e oleico (18:1 n-9), oriundos de rações produzidas a partir de sementes de oleaginosas (LUCATTO et al., 2014). A maior parte do CLA encontrado no leite, cerca de 78% (CORL et al., 2001), é oriundo da

atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase, encontrada no tecido mamário, sobre o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11), através da adição de dupla ligação *cis*-9 em ácidos graxos (CHILLIARD et al., 2007; KAY et al., 2004).

Ácido linoleico conjugado (CLA) é o termo utilizado para descrever vários isômeros posicionais e geométricos do ácido octadecadienoico, mais conhecido como ácido linoleico, contendo ligações duplas conjugadas, resultantes de processos de isomerização no ambiente ruminal. Tais isômeros apresentam funções fisiológicas importantes à saúde humana, como a redução da lipogênese devido a inibição das enzimas lipoproteína lipase (PARK et al., 1997), acetil-CoA carboxilase (ACC- α) e ácido graxo sintetase (FAS) (BAUMGARD et al., 2000).

Dentre os 27 isômeros descritos, o *cis*-9, *trans*-11 é o predominante em leite e derivados, constituindo mais de 90% do CLA presente (SAVOINI et al., 2010; STANTON et al., 2003) (Tabela 2), sendo um dos mais estudados, juntamente com o isômero *trans*-10, *cis*-12, encontrado em menores concentrações (NUNES; TORRES, 2010). O aumento do teor desse último isômero pode ser obtido quando são fornecidas aos animais dietas com alto teor de PUFA's e baixo teor de fibra (PIPEROVA et al., 2000).

Tabela 2 - Percentual de CLA e de CLA *cis*-9, *trans*-11 no leite e derivados.

Alimentos	Total de CLA (% de gordura)	CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (% do total de CLA)
Leite UHT	0,80	-
Leite homogeneizado	0,55	92
Leite condensado	0,63 – 0,70	82
Queijo cheddar	0,40 – 0,53	78 – 82
Queijo cottage	0,45 – 0,59	83
Queijo Mussarela	0,34 – 0,50	78 – 95
Manteiga	0,47 – 0,94	78 – 88
logurte integral	0,38 – 0,88	83 – 84
logurte light	0,44	86
Sorvete	0,36 – 0,50	76 - 86

Fonte: Adaptado de Dhiman et al. (2005).

As diversas propriedades funcionais atribuídas ao CLA são devidas principalmente às ligações de configuração *trans*, que apesar da semelhança estrutural entre isômeros, desempenham funções biológicas específicas. O isômero *trans*-10, *cis*-12 vem despertando interesse por ser efetivo no combate ao crescimento de células do câncer de cólon, terceiro mais comumente diagnosticado no mundo (GARCÍA-BARROS et al., 2014), além de ser eficiente na redução da fração lipídica corporal (OBSEN et al., 2012; PIERRE et al., 2013).

Apesar das várias propriedades benéficas, a concentração de CLA encontrada nos alimentos é baixa, resultando em consumo de diminutas quantidades. É estimado que o consumo diário necessário de CLA para exercer tais benefícios seja de 3 a 3,2 g/dia (MELE et al., 2013; IP et al., 1991; RODRÍGUEZ-ALCALÁ et al., 2013), no entanto, o consumo em alguns países, como Brasil (0,36 g/dia) e Reino Unido (0,97 g/dia), está bem abaixo do recomendado (MUSHTAQ et al., 2010; NUNES; TORRES, 2010). Apesar do baixo consumo, efeitos benéficos sobre fatores de risco associados a doenças cardiovasculares têm sido observados com consumo diário de 0,45 g/dia de CLA *cis*-9, *trans*-11, além de redução das citocinas inflamatórias e da agregação plaquetária induzida pelo ácido araquidônico (SOFI et al., 2010).

Alternativamente, a indústria farmacêutica vem desenvolvendo preparações comerciais de ácido linoleico conjugado a partir do ácido linoleico proveniente de óleo de açafrão ou de girassol em condição alcalina (KENNEDY et al., 2010), sendo constituídas principalmente pelos isômeros *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12, na razão de 50:50 (HALADE et al., 2010). A utilização de isômeros sintéticos permitiu a avaliação de efeitos específicos (HALADE et al., 2010), uma vez que estudos indicam que vários desses efeitos são devido à ação isolada, enquanto outros podem ser induzidos e/ou potencializados pela ação sinérgica de diversos isômeros (PARIZA et al., 2001).

A segurança da utilização de misturas de isômeros sintéticos de CLA para auxiliar na perda de peso não é unanimidade na comunidade científica e seu uso não é autorizado em alguns países, como, por exemplo, Brasil e Austrália (ANVISA, 2007; FSANZ, 2008). Dessa forma, elevar a concentração desses compostos em alimentos de origem animal, principalmente

oriundos de animais ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos), tem sido o objetivo de diversos estudos.

FATOR ANTI OBESIDADE NO LEITE

A obesidade se constitui no principal fator relacionado com a incidência de doenças cardiovasculares, acometendo cerca de 107,7 milhões de crianças e 603,7 milhões de adultos. Sua ocorrência pode estar associada a fatores genéticos, familiares e culturais, além de ser influenciada pelo sedentarismo, distúrbios psicológicos, hábitos alimentares, dentre outros (THE GBD, 2017).

A utilização de alimentos funcionais, que apresentem propriedades antiobesidade, tem se tornado prioridade na sociedade contemporânea. Recentemente, a descoberta das propriedades benéficas do ácido linoleico conjugado, em especial do isômero *trans*-10, *cis*-12 no combate à obesidade, tem despertado interesse dos pesquisadores. Sua ação resulta de interações múltiplas com inúmeras vias metabólicas de sinalização, levando ao aumento do gasto energético, inibição da adipogênese e lipogênese, e modulação de adipocinas e citocinas (PARK; PARIZA, 2007).

Ao contrário da restrição calórica, as intervenções com CLA *trans*-10, *cis*-12 proporcionam perda de peso sem perda de massa magra, reduzindo todos os depósitos de gordura corporal (visceral, inguinal e marrom interescapular) (YEGANEH et al., 2017). Seus efeitos antiobesidade estão associados à inibição da diferenciação de adipócitos 3T3-L1 (adipócitos maduros) e pré-adipócitos primários em humanos, redução dos níveis de RNAm de receptores ativados por proliferador de peroxissoma (PPAR γ), que atuam na expressão gênica, sendo essencial na regulação da diferenciação celular, desenvolvimento e metabolismo de organismos superiores, atuando principalmente no tecido adiposo, além da influência na via de sinalização intracelular Wnt em adipócitos 3T3-L1, estabilizando a β -catenina (KANG et al., 2003; KENNEDY et al., 2008; YEGANEH et al., 2016).

Estudos sobre a eficiência do CLA no combate à obesidade muitas vezes se restringem a alimentos com a presença desses isômeros inseridos de forma artificial, ao contrário de analisar os efeitos metabólicos do consumo de alimentos enriquecidos naturalmente (PARK et al., 1997; TSUBOYAMA-KASAOKA et al., 2000, 2003). Alguns desses estudos, apesar de

resultar em perdas maciças de gordura corporal, que levaria a uma condição lipoatroférica, podem levar a resultados inesperados, como o aumento da resistência à insulina em ratos e humanos com sobrepeso (RISERUS et al., 2001; ROCHE et al., 2002).

De forma análoga, a utilização de manteiga enriquecida naturalmente com o isômero *trans*-10, *cis*-12 na alimentação de ratas magras saudáveis, resultou em pequenos aumentos, porém significativos, nas concentrações de glicose e insulina em jejum, como também na redução da tolerância à insulina, porém não houve influência na tolerância e absorção de glicose pelo músculo por estímulo da insulina (STEFANSON et al., 2014). Estudos demonstraram, também, que o consumo de alimentos naturalmente enriquecidos com a associação dos isômeros *trans*-10, *cis*-12 e *cis*-9, *trans*-11 impedem a hiperinsulinemia sem alterar a tolerância à glicose em ratos magros (ALMEIDA et al., 2015).

Apesar das grandes potencialidades do CLA como fator antiobesidade, os estudos de sua ação em humanos ainda são incipientes, com efeitos de perda de peso ainda muito modestos, necessitando de mais pesquisas.

CONCLUSÃO

A utilização de óleo de soja como suplementação lipídica para ruminantes leiteiros, além de aumentar a densidade energética das dietas, apresenta potencial positivo na manipulação de ácidos graxos no leite, especialmente na síntese de ácido linoleico conjugado (CLA), como o isômero *trans*-10, *cis*-12, considerado fator antiobesidade.

Com a descoberta promissora do CLA *trans*-10, *cis*-12 no combate à obesidade, surge a necessidade de novas pesquisas que proporcionem o aumento natural deste fator no leite de ruminantes e seus derivados.

SOYBEAN OIL AS LIPID SUPPLEMENTATION AND PRECURSOR OF THE ANTI-OBESITY FACTOR IN MILK FOR DAIRY RUMINANTS – REVIEW

ABSTRACT

Despite the limitation in the use of lipids in the diet of ruminants, as it interferes with the digestion of fiber and causes metabolic problems, research has been developed with the objective of reducing the concentration of saturated fatty acids in milk, which is pointed out as one of the triggering factors of heart disease, and increase in the concentration of unsaturated fat, which are related to combating these diseases, in addition to improve the use of energy from the diet. Among the points of interest there is the increased concentration of conjugated linoleic acid (CLA) in milk, which is an element that promotes human health. Of the isomers already discovered, the *trans*-10, *cis*-12 has been gaining prominence by presenting anti-obesity properties. Thus, increasing the concentration of this isomer in animal products has become a market demand, which has sought for healthier products. CLA is naturally found in products from ruminant origin, as a result of intense ruminal biohydrogenation, however the concentrations of this factor present in milk are low, and the use of vegetable oils may be a viable alternative to improve it.

Keywords: Fatty acid. Cattle. Goats. CLA. Dairy products.

ACEITE DE SOJA COMO SUPLEMENTACIÓN DE LÍPIDOS PARA RUMIANTES DE LECHE Y PRECURSOR DEL FACTOR DE ANTI-OBESIDAD EN LA LECHE – REVISIÓN

RESUMEN

A pesar de la limitación en el uso de lípidos en la dieta de los rumiantes, ya que interfiere con la digestión de la fibra y causa problemas metabólicos, se han desarrollado investigaciones con el objetivo de reducir la concentración de ácidos grasos saturados en la leche, que se señalan como uno de los factores desencadenantes de enfermedad cardíaca, y aumentar la concentración de insaturados, que están relacionados con la lucha contra estas enfermedades, además de un mejor uso de energía de la dieta. Entre los puntos de interés está el aumento de la concentración de ácido linoleico conjugado (CLA) en la leche, que es un elemento que promueve la salud humana. De los isómeros ya descubiertos, el *trans*-10, *cis*-12 ha ganado importancia por presentar propiedades contra la

obesidad. Por lo tanto, aumentar la concentración de este isómero en productos de origen animal se ha convertido en una demanda del mercado, que ha buscado productos más saludables. El CLA se encuentra naturalmente en productos de origen rumiante, como resultado de una intensa biohidrogenación ruminal, sin embargo, las concentraciones de este factor que se encuentran en la leche son bajas, y el uso de aceites vegetales puede ser una alternativa viable para su manejo.

Palabras clave: Ácido graso. Ganado. Cabras. CLA. Productos lácteos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M.; LUQUETTI, S. C. P. D.; SABARENSE, C. M.; et al. Butter naturally enriched in *cis*-9, *trans*-11 CLA prevents hyperinsulinemia and increases both serum HDL cholesterol and triacylglycerol levels in rats. **Lipids Health and Disease**, v. 13, n. 200, p. 1–12, 2015.

ALMEIDA, O. C.; FERRAZ JÚNIOR, M. V. C.; SUSIN, I.; et al. Plasma and milk fatty acid profiles in goats fed diets supplemented with oils from soybean, linseed or fish. **Small Ruminants Research**, v. 170, p. 125-130, 2019.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gerência Geral de Alimentos. Gerência de Produtos Especiais. **Informe Técnico nº 23**, de 17 de abril de 2007, assunto: Esclarecimentos sobre as avaliações de segurança do ácido linoleico conjugado (CLA). Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/informes/copy_of_23de2007> .

ALBERT, C. M.; HENNEKEN, C. H.; O'DONNELL, C. J.; et al. Fish consumption and risk of sudden cardiac death. **JAMA**, v. 279, n. 1, p. 23-28, 1998.

BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; DWYER, D. A.; et al. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 278, n. 1, p. 179–185, 2000.

BENCHAAR, C.; CHOUARD, P. Y. Short communication: Assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 92, n. 7, p. 3392-3396, 2009.

BERNARD, L.; TORAL, P. G.; CHILLIARD, Y. Comparison of mammary lipid metabolism in dairy cows and goats fed diets supplemented with starch, plant oil, or fish oil. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 9338-9351, 2017.

BLANKSON, H.; STAKKESTAD, J. A.; FAGERTUN, H.; et al. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 12, p. 2943-2948, 2000.

BRUEN, R.; FITZSIMONS, S.; BELTON, O. Atheroprotective effects of conjugated linoleic acid. **British Journal of Clinical Pharmacology**, v. 83, n. 1, p. 46-53, 2017.

BUCCIONI, A.; DECANDIA, M.; MINIERI, S.; et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, n. 1-2, p. 1-25, 2012.

CABIDDU, A.; MOLLE, G.; DECANDIA, M.; et al. Responses to condensed tannins of flowering sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep Part 2: Effects on milk fatty acid profile. **Livestock Science**, v. 123, n. 2-3, p. 230-240, 2009.

CENKVÁRI, É.; FEKETE, S.; FÉBEL, H.; et al. Investigation on the effects of Ca-soaps of oil linseed on rumen fermentation in sheep on milk composition of goats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89, n. 3-6, p. 172-178, 2005.

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 8, p. 828-855, 2007.

CHILLIARD, Y.; TORAL, P. G.; SHINGFIELD, K. J.; et al. Effects of diet and physiological factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat: A short review. **Small Ruminants Research**, v. 122, n. 1-3, p. 31-37, 2014.

CHOUINARD, P. Y.; CORNEAU, L.; BUTLER, W. R.; et al. Effects of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 3, p. 680-690, 2001.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; et al. The role of $\Delta 9$ -desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11 CLA. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, n. 11, p. 622-630, 2001.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. supl. espec., p. 307-321, 2009.

DAVIGLUS, M. L.; STANLER, J.; ORENCIA, A. J.; et al. Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. **New England Journal of Medicine**, v. 336, n. 15, p. 1046-1053, 1997.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W.; et al. Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content of Milk from Cows Offered Diets Rich in Linoleic and Linolenic Acid. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 1016-1027, 2000.

DHIMAN, T. R.; NAM, S. H.; URE, A. L. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 6, p. 463-482, 2005.

EKNAES, M.; CHILLIARD, Y.; HOVE, K.; et al. Feeding of palm oil fatty acids or rapessed oil throughout lactation: Effects on energy status, body composition, and milk production in Norwegian dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 9, p. 7588-7601, 2017.

FSANZ - FOOD STANDARD AUSTRALIA NEW ZEALAND. **Application A1005, Exclusive use of Tonalin® CLA as a novel food, Assessment Report**. 2008. Disponível em: <<http://www.foodstandards.gov.au/code/applications/documents/A1005%20Tonalin%20CLA%20AR%20FINAL.pdf>> .

GARCÍA-BARROS, M.; COANT, N.; TRUMAN, J. P.; et al. Sphingolipids in colon cancer. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1841, n. 5, p. 773–782, 2014.

GHASEMZADEH-NAVA, H.; FATAHNIA, F.; NIKKHAH, A.; et al. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian function and prostaglandin secretion in lactating dairy cows. **International Journal of Veterinary Research**, v. 5, n. 2, p. 129-135, 2011.

HALADE, G. V.; RAHMAN, M. M.; FERNANDES, G. Differential effects of conjugated linoleic acid isomers in insulin-resistant female. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 21, n. 4, p. 332-337, 2010.

HOBSON, P. N.; MANN, S. O. The Isolation of Glycerol-Fermenting and Lipolytic Bacteria from the Rumen of the Sheep. **Journal of General Microbiology**, v. 25, n. 2, p. 227-240, 1961.

IP, C.; CHIN, S. F.; SCIMECA, J. A.; et al. Mammary Cancer Prevention by Conjugated Dienoic Derivative of Linoleic Acid. **Cancer Research**, v. 51, p. 6118-6124, 1991.

JENKINS, T. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.

KANG, K.; LIU, W.; ALBRIGHT, K. J.; et al. *Trans*-10, *cis*-12 CLA inhibits differentiation of 3T3-L1 adipocytes and decreases PPAR γ expression. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 303, n. 3, p. 795-799, 2003.

KAY, J. K.; MACKLE, T. R.; AULDIST, M. J.; et al. Endogenous synthesis of *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 2, p. 369-378, 2004.

KENNEDY, A.; CHUNG, S.; LAPOINT, K.; et al. *Trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid antagonizes ligand-dependent PPAR γ activity in primary cultures of human adipocytes. **The Journal of Nutrition**, v. 138, n. 3, p. 455-461, 2008.

KENNEDY, A.; MARTINEZ, K.; SCHMIDT, S.; et al. Antiobesity Mechanisms of Action of Conjugated Linoleic Acid. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 21, n. 3, p. 171-179, 2010.

KHOLIF, A. E.; MORSY, T. A.; ABD EL TAWAB, A. M.; et al. Effect of Supplementing Diets of Lactating Anglo-Nubian Goats with Soybean and Flaxseed Oils on Lactational Performance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 31, p. 6163-6170, 2016.

KLIEM, K. E.; SHINGFIELD, K. J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 11, p. 1661-1683, 2016.

LUCATTO, J. N.; MENDONÇA, S. N. T. G.; DRUNKLER, D. A. Ácido linoleico conjugado: estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 199-211, 2014.

MAIA, M. R.; CHAUDHARY, L. C.; BESTWICK, C. S.; et al. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BioMed Central Microbiology**, v. 10, n. 52, p. 2-10, 2010.

MELE, M. C.; CANNELLI, G.; CARTA, G.; et al. Metabolism of c9, t11-conjugated linoleic acid (CLA) in humans. **Prostaglandins, Leukotrienes, and Essentials Fatty Acids**, v. 89, n. 2-3, p. 115-119, 2013.

MOSLEY, E. E.; POWELL, G. L.; RILEY, M. B.; et al. Microbial biohydrogenation of oleic acid to *trans* isomers in vitro. **Journal of Lipid Research**, v. 43, n. 2, p. 290-296, 2002.

MUSHTAQ, S.; HEATHER MANGIAPANE, E.; HUNTER, K. A. Estimation of *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid content in UK foods and assessment of dietary intake in a cohort of healthy adults. **British Journal of Nutrition**, v. 103, n. 9, p. 1366-1374, 2010.

NOCITI, R. P.; SALCEDO, Y. T. G.; FELICIANO, M. A. R.; et al. Efeito da ingestão de lipídeos sobre a reprodução de pequenos ruminantes: revisão de literatura. **Investigação**, v. 15, n. 4, p. 42-46, 2016.

NUNES, J. C.; TORRES, A. G. Fatty acid and CLA composition of Brazilian dairy products, and contribution to daily intake of CLA. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 8, p. 782-789, 2010.

OBSEN, T.; FAERGEMAN, N. J.; CHUNQ, S.; et al. *Trans*-10, *cis*-12, conjugated linoleic acid decreases *de novo* lipid synthesis in human adipocytes. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 6, p. 580-590, 2012.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v. 40, n. 4, p. 283-298, 2001.

- PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; LIU, W.; et al. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, v. 32, n. 8, p. 853-858, 1997.
- PARK, Y.; PARIZA, M. W. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 311–323, 2007.
- PALMQUIST, D. L.; LOCK, A. L.; SHINGFIELD, K. J.; et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 50, p. 179-217, 2005.
- PIERRE, A. S.; MINVILLE-WALZ, M.; FÈVRE, C.; et al. *Trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid induced cell death in human colon cancer cells through reactive oxygen species-mediated ER stress. **Biochimica et Biophysica Acta – Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1831, n. 4, p. 759-768, 2013.
- PIPEROVA, L. S.; TETER, B. B.; BRUCKENTAL, I.; et al. Mammary lipogenic enzyme activity, *trans* fatty acids and conjugated linoleic acids are altered in lactating dairy cows fed a milk fat – depressing diet. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 10, p. 2568-2574, 2000.
- REYNOLDS, C. M.; ROCHE, H. M. Conjugated linoleic acid and inflammatory cell signalling. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 82, n. 4-6, p. 199-204, 2010.
- RISERUS, U.; BERGLUND, L.; VESSBY, B. Conjugated linoleic acid (CLA) reduced abdominal adipose tissue in obese middle-aged men with signs of the metabolic syndrome: a randomised controlled trial. **International Journal of Obesity**, v. 25, n. 8, p. 1129–1135, 2001.
- ROCHE, H. M.; NOONE, E.; SEWTER, C.; et al. Isomer-dependent metabolic effects of conjugated linoleic acid: insights from molecular markers sterol regulatory element-binding protein-1c and LXRA α . **Diabetes**, v. 51, n. 7, p. 2037–2044, 2002.
- RODRÍGUEZ-ALCALÁ, L. M.; VILLAR-TAJADURA, A.; JUAREZ, M.; et al. Commercial conjugated linoleic acid (CLA) fortified dairy products. In: PREEDY, V. R.; SRIRAJASKANTHAN, R.; PATEL, V. B. **Handbook of Food Fortification and Health**. Humana Press, 2013. Cap. 14, p. 173-184.
- SALLA, L. E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E. X.; et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 683-689, 2003.
- SANZ SAMPELAYO, M. R. S.; PÉREZ, L.; ALONSO, M. J. J.; et al. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v. 43, n. 2, p. 141-148, 2002.

- SAVOINI, G.; AGAZZI, A.; INVERNIZZI, G.; et al. Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. **Small Ruminant Research**, v. 88, n. 2-3, p. 135–144, 2010.
- SHINGFIELD, K. J.; BERNARD, L.; LEROUX, C.; et al. Role of *trans* fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1140-1166, 2010.
- SILVA, L. S.; CAVALCANTI, J. V. F. L.; MAGALHÃES, A. L. R.; et al. Soybean oil modulates the fatty acid synthesis in the mammary gland, improving nutritional quality of the goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 183, 2020. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106041>
- SIURANA, A.; CALSAMIGLIA, S. A metaanalysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. **Animal Feed Science and Technology**, v. 217, p. 13-26, 2016.
- SOFI, F.; ABBATE, R.; GENSINI, G. F.; et al. Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 92, n. 5, p. 1189-1196, 2010.
- STANTON, C.; MURPHY, J.; MCGRATH, E.; et al. Animal Feeding Strategies for Conjugated Linoleic Acid Enrichment of Milk. In: SEBÉDIO, J. L.; CHRISTIE, W. W.; ADLOF, R. **Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**. Champaign: AOCS Press, 2003. Cap. 9, p. 130-152.
- STEFANSON, A.; HOPKINS, L. E.; ALZAHAL, O.; et al. Feeding butter with elevated content of *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid to lean rats does not impair glucose tolerance or muscle insulin response. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, n. 101, p. 1-10, 2014.
- SUKSOMBAT, W.; CHULLANANDANA, K. Effects of Soybean Oil or Whole Cotton Seed Addition on Accumulation of Conjugated Linoleic Acid in Beef of Fattening Brahman x Thai-Native Cattle. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v. 21, n. 10, p. 1458-1465, 2008.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. **Animal Science Journal**, v. 76, n. 4, p. 291-303, 2005.
- THE GBD 2015 OBESITY COLLABORATORS. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. **The New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 1, p. 13–27, 2017.
- TSUBOYAMA-KASAOKA, N.; TAKAHASHI, M.; TANEMURA, K.; et al. Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. **Diabetes**, v. 49, n. 9, p. 1534-1542, 2000.
- TSUBOYAMA-KASAOKA, N.; MIYAZAKI, H.; KASAOKA, S.; et al. Increasing the amount of fat in a conjugated linoleic acid-supplemented diet reduces lipodystrophy in mice. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n. 6, p. 1793-1799, 2003.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Fact sheets: Obesity and overweight**. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> .

YEGANEH, A.; TAYLOR, C. G.; POOLE, J.; et al. *Trans*10, *cis*12 conjugated linoleic acid inhibits 3T3-L1 adipocyte adipogenesis by elevating β -catenin levels. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1861, n. 4, p. 363-370, 2016.

YEGANEH, A.; ZHRADKA, P.; TAYLOR, C. G. *Trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid (t10-c12 CLA) treatment and caloric restriction differentially affect adipocyte cell turnover in obese and lean mice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 49, p. 123-132, 2017.

Autor para correspondência:
Leandro Santos e Silva.
Rua Rio Pardo, nº 230A, Bairro Camacã, CEP 45700-000, Itapetinga-BA.
ses.leandro@gmail.com