

## PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE INFLUENCIADO PELA NUTRIÇÃO DOS RUMINANTES E SEUS BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE HUMANA

FAT ACID PROFILE OF MILK INFLUENCED OF RUMINANT NUTRITION AND ITS BENEFITS TO HUMAN HEALTH

<sup>1</sup>Lima, L.S.; <sup>2</sup>Oliveira, R.L.; <sup>3</sup>Faria, E.F.S.; <sup>3</sup>Jaeger, S.M.P.L.;

<sup>4</sup>Bagaldo, A.R.; <sup>5</sup>Garcez Neto, A.F.; <sup>4</sup>Barbosa, L.P.

### RESUMO

Foram observados nesta revisão de literatura estudos que comprovam a influência da nutrição na concentração de ácidos graxos insaturados (AGI) em produtos como leite dos ruminantes. O principal alvo de estudo foi o aumento da concentração do ácido linoléico conjugado (CLA) na gordura nesses produtos, sendo um importante agente anticancerígeno e envolvido na prevenção de doenças como o infarto, diabetes, incluindo redução do acréscimo de gordura corporal em humanos. A suplementação com lipídeos é uma estratégia que possibilita alterar características relacionadas ao perfil dos ácidos graxos presentes na gordura. A adição de sementes oleaginosas, como soja, amendoim, linhaça, milho, girassol e canola, é uma importante forma de manejo alimentar para o aumento da concentração de CLA. Porém, os melhores resultados observados são com o incremento de óleos na ração. Outras estratégias de manejo nutricional e o nível de pastejo também influenciam na resposta em termos de concentração de CLA e no perfil dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (AGPICL) nos produtos de origem animal, porém com menos eficiência que os suplementos. Atualmente, a grande atenção à saúde pede uma alimentação balanceada, na qual a grande ingestão de AGPICL requer um equilíbrio entre ômega-6 e ômega-3, visando a uma melhor qualidade de vida e diminuição dos riscos na ocorrência de hipertensão arterial e morte súbita.

Palavras-chave: alimentação, CLA, lipídeos, suplementação.

### ABSTRACT

Studies have proved the influence of the nutrition in the concentration of unsaturated fatty acids (UFA) in products such as milk of the ruminants. The main target of these studies was the increase of the concentration of the conjugated linoleic acid (CLA) in the fat of these products, being this an important an-

<sup>1</sup> Médico Veterinário, Mestrando em Ciência Animal nos Trópicos, UFBA, [ludomev@yahoo.com.br](mailto:ludomev@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Departamento de Produção Animal, UFBA, [ronaldooliveira@ufba.br](mailto:ronaldooliveira@ufba.br); [edmevufba@ig.com.br](mailto:edmevufba@ig.com.br)

<sup>3</sup> Profa. Adjunto, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, UFRB, [sljaeger@ufba.br](mailto:sljaeger@ufba.br)

<sup>4</sup> Bolsista PRODOC- Fapesb, [arbagaldo@gmail.com](mailto:arbagaldo@gmail.com); [lpieres73@yahoo.com.br](mailto:lpieres73@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Bolsista POSDOC- Fapesb, [americo.garcez@vicoso.ufv.br](mailto:americo.garcez@vicoso.ufv.br)

ticarcinogenic agent involved in the prevention of illnesses such as cardiovascular diseases, diabetes, including reduction of the addition of fat body in human beings. Lipid supplementation is a strategy that makes possible to modify characteristics related to the fatty acid profile present in the fat. The addition of oilseeds such as soy, peanut, linseed, maize, sunflower and canola, are an important form of alimentary handling for the increase of CLA concentration, however in general, the best ones resulted observed are with the oil increment in the ration. Other strategies of nutritional and grazing management also influence the CLA concentration and participation of lower polyunsaturated fatty acids (PUFA), however with less efficiency than the supplements. Currently, the great attention to the human health asks for a balanced feeding, in which the great ingestion of PUFA requires a balance between  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 aiming better quality of life and less risks of hypertension and sudden death.

Key words: CLA, fat, feeding, supplementation.

## INTRODUÇÃO

A busca por recursos que possibilitem aos animais atingir o seu potencial de produção é uma constante na área da pesquisa animal. Os produtos animais contribuem significativamente para os nutrientes presentes na alimentação do homem.

O termo “alimentos funcionais” é usado crescentemente como uma descrição genérica para os efeitos benéficos dos alimentos ingeridos que vão além da estimativa nutritiva tradicional<sup>1</sup>. Este conceito está ganhando consciência e aceitação por parte dos consumidores. Muitos produtos alimentares derivados dos animais são conhecidos por conter microcomponentes que têm efeitos positivos na saúde humana e prevenção de enfermidades, além de estarem associados com valores nutritivos tradicionais<sup>2</sup>. O ácido linoléico conjugado (CLA) representa um destes microcomponentes em produtos animais.

A alimentação animal tem grande importância em alterar a concentração dessas substâncias nos produtos que serão destinados à alimentação humana. A descoberta de novos componentes naturais em alimentos com propriedades anticarcinogênicas tem sido um importante elemento na estratégia de prevenção do câncer. A maioria das substâncias naturais que exibem atividade anticarcinogênicas é originada de plantas. Uma exceção é o CLA, que está presente em altas concentrações na gordura do leite<sup>3</sup>.

Recentemente, o alcance de efeitos positivos na saúde associado com CLA, em modelos experimentais, tem sido estendido por incluir a redução no acréscimo de gordura corporal, alteração na partição dos nutrientes, efeitos antidiabéticos, redução no desenvolvimento de aterosclerose, aumento da mineralização dos ossos e modulação do sistema imunitário<sup>4</sup>.

As concentrações de CLA na gordura bovina são variáveis devido ao tipo da dieta. Resultados de pesquisas indicam que não só a concentração de CLA na gordura (leite ou de carne) pode ser alterada, mas também as concentrações individuais de cada isômero podem ser afetadas pela dieta. Estudos demonstram que a alimentação, para os humanos, é a forma mais importante para ingestão de CLA, para proteção contra o câncer e outras doenças.

O fornecimento de gordura suplementar nas dietas de ruminantes pode promover a melhoria na qualidade da carne e no leite destes animais, através do incremento dos teores de CLA ou ácido linoléico, bem como seus isômeros, que são comprovadamente agentes anticarcinogênicos.

Nesta revisão de literatura será feita uma avaliação das perspectivas do uso de fontes lipídicas em dietas de ruminantes e sua influência sobre o metabolismo da glândula mamária, a qualidade do leite e da carne, bem como a importância desta prática na produção de alimentos funcionais e seus efeitos para a saúde humana.

## DESENVOLVIMENTO

### Perfil de ácidos graxos no leite e na carne de ruminantes

A gordura do leite é originada a partir dos lipídeos sintetizados na glândula mamária e dos ácidos graxos pré-formados absorvidos no intestino delgado. Aproximadamente 10% dos AG circulantes têm origem na mobilização dos lipídeos corpóreos, enquanto o restante é de origem dietética. No início da lactação, a extensão do balanço energético negativo pode determinar maior secreção de AG de cadeia longa no leite.

A vaca recebe aproximadamente a metade da gordura necessária para a síntese do leite através da alimentação, sendo que, nesses animais, a fonte primária para a síntese de AG é o acetato, oriundo do rúmen<sup>5</sup>. Além dos fatores dietéticos, características da fermentação ruminal, influências hormonais, restrições fisiológicas ou bioquímicas, características genéticas, estação do ano, estágio de lactação e número de lactações podem também influenciar na variação da produção total de gordura do leite<sup>5</sup>.

O isômero principal de CLA na gordura do leite é cis-9, trans-11 e isto representa 80 a 90% do CLA total<sup>6</sup>. Estudos recentes têm demonstrado que o isômero cis-9, trans-11 reduz a incidência de tumor mamário em ratos quando adicionado à dieta ou consumido como um componente natural de manteiga<sup>7</sup>.

### Ácido Linoléico Conjugado (CLA)

CLA é um termo utilizado para designar uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoléico (C18:2), que contêm duas duplas ligações conjugadas, isto é, sem presença de um carbono metilênico entre as duas duplas ligações. O CLA é produzido no rúmen pela ação da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* através da isomerização do ácido linoléico. Porém como o processo de fermentação ruminal não é completo, isso resulta nos isômeros do CLA e no ácido C18:1 trans-11<sup>8</sup>.

### Características do CLA

São atribuídas diferentes funções no organismo aos isômeros de CLA, sendo ao C18:2 cis-9, trans-11 a responsabilidade pela inibição no crescimento de tumores, redução de doenças cardiovasculares e estímulo ao sistema imune,

enquanto os isômeros C18:2 cis-8, trans-10 e C18:2 trans-10, cis-12 possuem ação sobre determinadas enzimas responsáveis pela síntese de gordura na glândula mamária, reduzindo assim sua produção e concentração no leite. O ambiente ruminal é responsável por algumas transformações nos lipídeos da dieta, alterando com isso sua composição e o perfil de ácidos graxos que chegam ao duodeno. Essas alterações são decorrentes, principalmente, dos processos de lipólise e de biohidrogenação.

São três os fatores que mais modificam os AG da dieta em relação aos absorvidos no duodeno: primeiro, a população microbiana age sobre os AGI, promovendo a saturação, em uma rota denominada biohidrogenação ruminal; segundo, a microbiota ruminal sintetiza ácidos graxos de forma similar à síntese de novo; finalmente, a  $\Delta^9$ -dessaturase age nos enterócitos e na glândula mamária, que inclui uma ligação dupla cis-9 nos AG, por exemplo, transformando o ácido esteárico (C18:0) em oléico (C18:1 cis-9), e o vaccênico (C18:1 trans-11) em CLA<sup>9</sup>.

A clássica rota da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico envolve a formação do CLA e sua redução até C18:1 trans-11 antes da completa saturação até o ácido esteárico, C18:0<sup>10</sup>. Como consequência dessa rota metabólica microbiana, 80% do CLA encontrado no leite apresenta a configuração cis-9 trans-11, sendo o trans-11 o principal isômero intermediário detectado<sup>8</sup>.

O passo inicial para a biohidrogenação é uma reação de isomerização que converte a dupla ligação cis-12 do AGI para o seu isômero trans-11. A isomerase linoleato é a enzima responsável em formar cadeias duplas conjugadas da estrutura de dupla cadeia do ácido linoléico cis-9, cis-12. A segunda reação é uma redução onde CLA cis-9, trans-11 é convertido a C18:1 trans-11.

O processo de saturação de ácidos graxos pelos microrganismos ruminais tem como objetivo reduzir sua reatividade e, desse modo, proteger a integridade das membranas lipoprotéicas microbianas<sup>11</sup>. Durante vários anos, a única espécie bacteriana conhecida capaz de biohidrogenar era a *Butyrivibrio fibrisolvens*, porém, com o avanço das pesquisas, um amplo número de bactérias ruminais tem sido isolado, tendo a capacidade de biohidrogenar ácidos graxos insaturados<sup>12</sup>.

A glândula mamária é o local da síntese endógena de CLA para ruminantes em lactação, assim como o tecido adiposo é para os animais em crescimento, e ambos são baseados na atividade da  $\Delta^9$ -dessaturase<sup>13</sup>.

Embora os AG do leite e os AG absorvidos no intestino delgado estejam altamente correlacionados, é difícil quantificar a biohidrogenação ruminal a partir do perfil de AG do leite, pois os AG da dieta sofrem influência da atividade de dessaturação nos intestinos, da seleção de AG específicos pela glândula mamária e dos efeitos dos AG circulantes em função da mobilização corporal. A biohidrogenação ruminal é determinada pela proporção do ácido oléico, linoléico e linolênico que chegam ao intestino delgado em relação à quantidade ingerida.

O pH ruminal apresenta importante papel nas alterações dos lipídeos no rúmen, onde taxas de lipólise e biohidrogenação são menores em situações de alta concentração de carboidratos não fibrosos na dieta decorrente da queda de pH<sup>14</sup>, resultando em uma estratégia para a proteção de fontes suplementares de lipídeos insaturados (óleos) contra a biohidrogenação, possibilitando que mais ácidos graxos insaturados cheguem ao intestino, onde poderão então ser absorvidos e incorporados à gordura do leite<sup>15</sup>.

O conteúdo do CLA na gordura do leite é afetado por fatores que incluem a relação concentrado e forragem, nível de ingestão e a ingestão de plantas ricas em ácido linoléico. Geralmente, o pasto aumenta o conteúdo de CLA na gordura do leite, quando comparado ao fornecimento de uma ração de mistura total com um conteúdo de lipídeo semelhante ou forragens conservadas.

#### Suplementação de lipídeos na dieta e a produção de CLA

Considerando que as dietas de ruminantes contêm cerca de 3% de lipídeos, uma suplementação de lipídeos deve levar em consideração a quantidade e fonte de lipídeos para que haja um efeito mínimo na fermentação ruminal, já que as gorduras insaturadas possuem efeitos inibitórios sobre os microrganismos celulolíticos. Diversos pesquisadores afirmam que teores maiores que 7% de lipídeos na ração interferem negativamente na fermentação ruminal<sup>16</sup>.

As fontes mais comuns de gordura em dietas de ruminantes no Brasil (os grãos de soja, algodão e girassol) têm como principal AG o ácido linoléico, com a soja tendo ainda um dos valores mais elevados de ácido linolênico, cuja principal fonte é o óleo de linhaça<sup>17</sup>.

Relatos no aumento da concentração de CLA no leite de 300% por McGuire et al.<sup>18</sup>, utilizando o óleo de milho, e de 25 vezes por Griinari et al.<sup>19</sup>, com a adição de ácidos graxos insaturados em relação à mesma quantidade de ácidos graxos saturados, quando a dieta continha 80% de concentrado, e aumento de 50 vezes em dietas com 50% de concentrado, são descritos por Santos et al.<sup>3</sup>. Entretanto, Stanton et al.<sup>20</sup> observaram redução no nível de CLA com decréscimo no consumo de forragem e aumento no consumo de semente oleaginosa, apesar desta semente ser rica em lipídeos insaturados.

Mir et al.<sup>21</sup> observaram que a concentração do CLA no leite de cabras alpinas alimentadas com diferentes níveis de óleo de canola, nas quantidades de 2; 4; e 6%, proporcionou aumentos de CLA de 10,35; 19,42 e 32,05 mg/g de gordura. Tendência também observada por Nudda et al.<sup>22</sup> em experiência, avaliando o leite de cabras mestiças alimentadas com sementes de linhaça extrusada, resultando no aumento do CLA no leite.

Trabalhos têm demonstrado que o isômero C18:1 trans-11 está relacionado linearmente com as concentrações do CLA cis-9, trans-11 na gordura do leite<sup>19,23</sup>. Esta relação geralmente tem sido atribuída a uma síntese endógena, o que envolve a ação da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase sobre o trans C18:1. Isto é comprovado quando se verifica aumento na concentração de CLA na gordura do leite de vacas mantidas em pastagens ou suplementadas com óleo de peixe, fontes reconhecidamente pobres em ácido linoléico.

Os produtos à base de soja possuem grande percentual de AGI, principalmente o óleo de soja, que possui, em média, 75% de insaturação. Entretanto, se a fonte de gordura adicionada à ração for proveniente de sementes oleaginosas, que é um tipo de gordura protegida, pois possuem os lipídeos presos na matriz protéica da semente, podem-se minimizar os efeitos dos lipídeos sobre a fermentação ruminal, devido ao menor contato dos lipídeos com os microrganismos<sup>12</sup>.

Santos et al.<sup>3</sup> avaliando o efeito da suplementação de lipídeos (soja integral moída ou óleo de soja), concluíram que o óleo de soja, comparado ao grão de soja moído, diminuiu os teores de ácido linoléico e linolênico no leite, e aumentou os de ácido esteárico, ácido oléico e CLA. Houve tendência a aumentar o teor de ácidos graxos não identificados e a diminuir os ácidos graxos saturados (ácidos butírico, capríco, caprílico, cáprico, láurico, mirístico), concluindo também que a inclusão do óleo na dieta, e não soja grão, aumenta o teor de CLA na gordura do leite.

A utilização de fontes lipídicas de origem animal como a gordura amarela e o sebo pode ser uma fonte alternativa mais barata para suplementação na dieta de ruminantes, sendo que a gordura amarela contém CLA, diferindo do sebo, que não contém quantidades substanciais de ácido linoléico<sup>24</sup>. Porém, atualmente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) proibiu a alimentação de ruminantes com produtos de origem animal como medida de prevenção às encefalopatias.

Chouinard et al.<sup>8</sup>, também avaliando a adição de óleo de peixe como suplementação nas dietas para vacas, observaram que, em grupos testes de 200 e 400 mL/dia, a concentração de CLA no leite foi três vezes maior do que a controle, relatando também depressão da gordura do leite.

#### Cuidados com a suplementação de lipídeos

A suplementação lipídica é uma ferramenta que, além de aumentar o potencial energético da dieta, tem também o objetivo de modificar o perfil de ácidos graxos da gordura do leite. Porém cuidados são necessários no nível de suplementação, evitando-se situações como decréscimo na gordura do leite.

A depressão da gordura do leite (DGL) a qual ocorre sob certas condições, tais como dietas com elevadas quantidades de concentrados, representa uma situação extrema onde a síntese de gordura do leite pode ser reduzida em 50% ou mais. Adicionalmente, várias outras manipulações dietéticas, incluindo gorduras ativas no rúmen, tamanho reduzido de partículas, baixo teor de volumoso e uso de ionóforos, resultam em vários graus de gordura do leite<sup>25</sup>.

Atualmente, duas teorias explicam a DGL de ruminantes. A hipótese tradicional para explicar esta

ocorrência é a teoria glicogênica/insulina, que se fundamenta no princípio de que um aumento no consumo de alimentos concentrados irá elevar as concentrações de insulina circulantes, a qual aumentará a remessa de nutrientes para deposição no tecido adiposo, diminuindo a quantidade de precursores (acetato) para a síntese de gordura na glândula mamária. Entretanto, elevadas concentrações de ácidos graxos C18:1 trans na gordura do leite dos animais responsivos suportaram a teoria do efeito dos ácidos graxos do leite. Além disso, uma redução de AG C14:0, C16:0 e C18:0 nos animais recebendo dietas ricas em concentrado, quando comparadas aos animais recebendo dietas controle, suportaram a hipótese de um efeito dos AG trans na redução tanto da síntese de novo quanto na utilização dos AG pré-formados no leite<sup>25</sup>.

Baugard et al.<sup>26</sup> demonstraram que é o isômero trans-10, cis-12 que diminui a gordura do leite, e não o isômero cis-9, trans-11. Neste trabalho, infusões no abomaso de vacas holandesas foram realizadas durante quatro dias e os tratamentos compreendiam o isômero de CLA cis-9, trans-11 e, em um segundo tratamento, o trans-10, cis-12. O tratamento com o isômero trans-10, cis-12 reduziu em 42% e 30% a porcentagem e a produção de gordura no leite, respectivamente. A composição de AG no leite revelou que o isômero de CLA trans-10, cis-12 reduziu preferencialmente os AG sintetizados de novo. Resultados que estão de acordo com Kay et al.<sup>9</sup> em experiência com infusão intra-ruminal que sugeriram a mesma resposta. Porém é consenso entre os autores que o isômero CLA trans-10 na suplementação de lipídeos em dietas de vacas pode ser limitante para a síntese e composição do leite, necessitando, contudo, de maiores estudos.

#### Benefícios à saúde humana

Hoje, os consumidores de alimentos estão mais preocupados com relação à concentração de ácidos graxos de cadeia saturada, associada à presença de colesterol. Esse aspecto é de suma importância no que se refere à composição da gordura dos produtos lácteos. O aumento de AGI juntamente com a redução dos saturados, favoreceria a redução do colesterol sanguíneo no homem. Isso causaria um impacto positivo na nutrição humana, mais especificamente na prevenção



de doenças crônico-degenerativas, além de melhorar a imagem dos produtos lácteos junto aos consumidores<sup>27</sup>.

Vários estudos sugerem que o CLA pode atuar por mecanismos antioxidantes, inibição da síntese de nucleotídeo, redução da atividade proliferativa, inibição da formação de DNA tumoral, inibição da ativação da carcinogênese e supressão do crescimento do melanoma, câncer de próstata, mama e ovário, em humanos<sup>6</sup>.

Eifert et al.<sup>12</sup> citam autores que utilizaram seres humanos em seus experimentos, estudando o efeito da gordura saturada, mono e poliinsaturada sobre a síntese de colesterol. Observaram que, quando a dieta era rica em AGS, os níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue aumentavam, e quando a dieta era rica em AGI, aqueles diminuía. Os autores verificaram, ainda, que as concentrações de HDL (high density lipoprotein; lipoproteína de alta densidade) foram maiores quando se forneceu dietas contendo gorduras insaturadas. O consumo de AG C18:1 trans tem promovido redução de HDL e aumento da concentração plasmática de colesterol; e LDL (low density lipoprotein; lipoproteína de baixa densidade) e incidência de doenças coronarianas.

Nos processos industriais de margarina, há aumento dos isômeros C18:1 trans que, muitas vezes, atingem 40-50% dos ácidos graxos totais, sobretudo o C18:1 trans-9, que tem seus efeitos sobre as doenças coronarianas extrapolados para os demais isômeros C18:1 trans. Bauman et al.<sup>2</sup> relataram evidências de que, ao contrário do consumo de gorduras hidrogenadas de origem vegetal, o consumo de C18:1 trans-11 é negativamente correlacionado ao risco de doenças coronarianas. Além disso, os autores demonstraram que a  $\Delta^9$ -dessaturase também é ativa no tecido humano, de modo que o consumo de C18:1 trans-11 e CLA formado são eficientes por reduzir o risco de doenças coronarianas, de aterosclerose e a incidência de tumores mamários.

Através de alterações na composição da dieta tem sido possível diminuir as concentrações de C16:0, para o qual existem implicações de ser hiperlipidêmico e hipercolesterêmico, e aumentar as concentrações do C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, os quais são considerados desejáveis à saúde humana, pois reduzem o colesterol plasmático<sup>1</sup>.

Alguns autores referem-se aos efeitos de redução da gordura corporal pelo aumento nos teores de CLA na dieta. Estudos realizados com humanos ainda não são conclusivos, embora alguns apontem um possível aumento da lipólise e/ou redução da lipogênese, que reflete em alterações apenas na composição corporal, especialmente no tecido adiposo abdominal, mas não na perda de peso<sup>28,29</sup>.

Hayashi<sup>25</sup> relata que o CLA trans-10, cis-12 tem efeito na redução da gordura e na alteração da composição corporal em diversos modelos animais. Existem vários mecanismos propostos para explicar esta redução no conteúdo de lipídeos na carcaça. Entre estes, pode-se citar: 1- diminuição da esterificação de ácidos graxos em triglicerídeos; 2- interferência do isômero cis-10, trans-12 no programa de diferenciação dos adipócitos; 3- diminuição da lipogênese; e 4- aumento da lipólise.

Evidências também sugerem que os diferentes isômeros do CLA possam apresentar efeitos variados na perda de peso e composição corporal em animais. Os primeiros estudos a investigar tais efeitos, camundongos suplementados com 0,5% de CLA (com predominância dos isômeros cis-9, trans-11 e trans-10, cis-12, 1:1), exibiram diminuição de 60% da gordura corporal e aumento de 14% na massa magra, quando comparados com os controles. Verificou-se, ainda, nesse trabalho, redução na atividade da lipase lipoprotéica (LPL) e maior liberação de AG, possivelmente pela redução da deposição de lipídeos e aumento da lipólise. De qualquer forma, já se sabe que, dentre os diferentes isômeros do CLA, o trans-10, cis-12 é o que tem maior influência sobre as mudanças na composição corporal em animais<sup>30</sup>.

É importante ressaltar ainda que alguns efeitos indesejáveis relacionados ao uso do CLA foram encontrados em estudos tanto com humanos quanto com animais, como aumento da resistência à insulina, aumento da glicose e insulina de jejum, elevação da peroxidação lipídica, redução do HDL-colesterol em indivíduos com síndrome metabólica (dislipidemia, hipertensão) tratados com o isômero trans-10, cis-12<sup>31</sup>.

Ômega-3, ômega-6  
e ácidos graxos poliinsaturados

Os seres humanos vêm modificando seus hábitos alimentares à medida que gerações vão pas-

sando durante a evolução, do caçador nômade dos primórdios da sua formação à agricultor, produtor de alimentos. Estima-se que durante estes dois períodos, que envolveram milhares de anos, a natureza disponibilizava, de forma natural para seu consumo, alimentos com relações equilibradas em ômega-6 e ômega-3 da ordem de 2:1 a 3:1 (em peso), a partir de um importante consumo de vegetais (sementes, folhas e raízes), como também do aporte de produtos marinhos que apresentam adequadas concentrações de ômega-3. Frente a isso, em vista da evolução industrial observada no século XX, a emergência de alimentos processados e a hidrogenação dos óleos vegetais reduziram ainda mais as concentrações de ômega-3, aumentando o conteúdo de ácido ômega-6 nas dietas. Historicamente, os produtos de origem animal e seus derivados (lácteos e cárnicos) constituem-se a base da alimentação humana<sup>32</sup>.

Ácidos ômega-6 e ômega-3 são duas famílias de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), cada uma representada por um ácido essencial: o ácido linoléico (C18:2, AL, família ômega-6) e o ácido alfa-linolênico (C18:3, AAL, família ômega-3), que por sua vez dão origem a outros ácidos essenciais de cadeias mais longas, chamados de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (AGPICL).

Os ácidos ômega-6 e ômega-3 são conhecidos como ácidos gordurosos essenciais, porque os humanos, tais como os mamíferos, não podem sintetizá-los e, portanto, precisam obtê-los a partir da dieta. Os humanos e os animais carnívoros podem converter o ácido linoléico (AL, ômega-6) em ácido araquidônico (AA, C20:4, Ω6), e o ácido alfa-linolênico (AAL, ômega-3) em ácido eicosa-pentaenóico (EPA, C20:5, Ω3), ácido docosaenóico (DHA, C22:6, Ω3) e ácido docosapentaenóico (DPA, C22:5, Ω3)<sup>28</sup>.

A família ômega-6 produz eicosanóides inflamatórios e cancerígenos, aumentando o risco de situações como: câncer, morte súbita, doenças cardíacas, vasoconstrição, aumento da pressão arterial, elevação da taxa de triglicérides, artrite, depressão, entre outras doenças inflamatórias. Os ácidos graxos ômega-3 são antiinflamatórios, antitrombóticos, antiarrítmicos e reduzem os lipídeos do sangue, tendo propriedades vasodilatadoras. Esses efeitos benéficos foram demonstrados na prevenção de doenças cardíacas, da

hipertensão, do diabetes tipo dois, da artrite reumatóide, entre outras<sup>23</sup>.

O EPA associa-se principalmente com a proteção da saúde cardiovascular, a sua presença nos tecidos permite regular a atividade de mecanismos envolvidos com o metabolismo dos lipídeos plasmáticos, com a agregação de plaquetas e com o processo da coagulação sanguínea<sup>4</sup>. Deste ponto de vista, as exigências são maiores no indivíduo adulto e especialmente naqueles com disposição a maiores riscos a desenvolvimento de enfermidades do aparelho circulatório. O DHA é considerado fundamental na formação do tecido nervoso e visual, no qual sua exigência associa-se principalmente com as primeiras fases do desenvolvimento tanto intra como extra-uterino, e com as exigências da mãe durante a gestação e na etapa da lactação<sup>20</sup>.

Por extrapolação direta em estudos com ratos, Mourão et al.<sup>29</sup> estimaram que a ingestão de CLA por uma pessoa de 70kg deveria ser equivalente a uma quantidade diária de 3,5g de CLA. Este valor é maior que a média estimada de 1,0 g de consumo diário por uma pessoa adulta nos Estados Unidos. Em outro estudo com ratos, Griinari et al.<sup>19</sup> mostraram que o fornecimento de dietas contendo CLA durante o período de desenvolvimento da glândula mamária regula a maturação morfológica do epitélio mamário reduzindo o risco de câncer em animais.

De acordo com vários estudos, as doenças degenerativas como diabetes, artrite e câncer estão relacionadas em parte à desproporção atual da concentração dos ácidos ômega-6 e ômega-3 que constituem a alimentação humana, ou seja, uma grande concentração de ômega-6 e uma escassez de ômega-3. Assim, segundo Tanaka<sup>33</sup>, é consenso científico de que é necessário reduzir a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados ômega-6 das dietas, e aumentar a concentração de ácidos ômega-3. A afirmação tem como ponto central de embasamento a justificativa de que, nas dietas do mundo atual, são utilizados de forma excessiva óleos vegetais ricos em ômega-6, que se originam do processamento industrial de hidrogenação. Este tipo de processamento é verificado intensamente na atualidade e objetiva fazer com que os óleos vegetais tornem-se mais estáveis e menos susceptíveis a rancificação, apresentando, portanto, um maior tempo de vida útil de prateleira.

O benefício na saúde cardiovascular derivado dos AGPICL ômega-3 que é exercido em vários níveis na regulação da homeostase vascular pode ser obtido por meio de alimentação equilibrada, que possua relação apropriada de AGPI ômega-6, ômega-3 e de AGPICL ômega-3 (0,8-0,9 g/dia para uma dieta de 2000 kcal)<sup>4</sup>.

## CONCLUSÕES

Foi apresentada nesta revisão bibliográfica a influência da nutrição no perfil de ácidos graxos de ruminantes, contribuindo na intenção de dirigir a constituição desses AG na gordura dos produtos de origem animal, para o aumento da concentração de CLA, ômega-3 e ômega-6, que consumidos pelos humanos podem trazer benefícios à saúde, agindo como agentes anticancerígenos. A pesquisa desse alimento funcional é um desafio tecnológico que deve consolidar esforços dos investigadores clínicos, dos nutricionistas e dos profissionais encarregados de regular e controlar os novos produtos alimentícios que contribuam na qualidade de vida do ser humano.

Os melhores resultados observados com esta revisão indicam, no geral, que os óleos têm um maior impacto positivo no perfil dos AG que as sementes, pois estas liberam sua gordura mais lentamente. As sementes, bem como os óleos, diferem na sua constituição nos teores ácidos linoléico, linolênico e  $\alpha$ -linolênico, com isso diferindo também em suas respostas dentre as espécies testadas, contribuindo com maior ou menor mudança no perfil de ácidos graxos dos produtos testados.

Visando a diminuir a desproporção entre  $\Omega$ -3 e  $\Omega$ -6 e trazer uma melhor qualidade de vida aos humanos, uma alimentação equilibrada, com aumento de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa e aumento da concentração de  $\Omega$ -3 em relação ao  $\Omega$ -6, é de fundamental importância, com intenção de diminuir os riscos de infarto, hipertensão arterial e até mesmo de câncer e morte súbita.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> Prates JAM, Mateus CMRP. Componentes com atividade fisiológica dos alimentos de origem animal. *Rev Port Ciênc Vet.* 2002; 97(541):3-12.

<sup>2</sup> Bauman DE, Baumgard LH, Corl BA, Griinari JM. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science*; 1999; Indianápolis. Indianápolis: American Society of Animal Science; 1999. p. 1-15.

<sup>3</sup> Santos FL, Silva MTC, Lana RP, Brandão SC, Vargas LH, Abreu LR. Efeito da suplementação de lipídeos na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vacas. *Rev Bras Zootec.* 2001; nov.-dez 30(6):1931-1938.

<sup>4</sup> Campos LCR. Benefícios da ALC (ácido linoléico conjugado). São Paulo: Serviço de Informação da Carne; 2001. [cited 2006 jun 21]. Disponível em: URL: [http://www.sic.org.br/releases\\_beneficios\\_alc.asp](http://www.sic.org.br/releases_beneficios_alc.asp).

<sup>5</sup> Modesto EC, Santos GT, Vilela D, Gonçalves GD, Matsushita M. Efeitos nutricionais de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e alguns benefícios para o homem. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar* 2002; jan-jun; 5(1):119-134.

<sup>6</sup> Parodi PW. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J Dairy Sci.* 1999; 82:1339-1349.

<sup>7</sup> Yaqoob P, Tricon S, Williams CM, Grimble RF, Burdge GC, Calder PC. Conjugated linoleic acid and human health – related outcomes. *Nutr Bull.* 2006; 31:93-99.

<sup>8</sup> Chouinard PY, Corneau L, Butler WR, Chiillard Y, Drackley JK, Bauman DE. Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J Dairy Sci.* 2001; 84:680-690.

<sup>9</sup> Kay J, Roche JR, Moore CE, Baumgard LH. Effects of dietary conjugated linoleic acid on production and metabolic parameters in transition dairy cows grazing fresh pasture. *J Dairy Res.* 2006; 73(1):1-11.

<sup>10</sup> Looor JJ, Herbein JH. Reduced fatty acids synthesis and desaturation due to exogenous trans-10, cis-12-CLA in cows fed oleic or linoleic oil. *J Dairy Sci.* 2003; 86:1354-1369.

<sup>11</sup> Demirel G, Wood JD, Enser M. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. *Small Rum Res.* 2004; 53(1):2-28.

<sup>12</sup> Eifert EC, Lana RP, Lanna DPD, Leopoldino WM, Arcuri PB, Leão M.I et al. Perfil da ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. *Rev Bras Zootec.* 2006 jan-fev; 35(1):211-218.

<sup>13</sup> Abughazaleh AA, Schingoethe DJ, Hippen AR. Milk conjugated linoleic acid response to fish oil supplementation of diets differing in fatty acid profiles. *J Dairy Sci.* 2003, 86:944-953.

<sup>14</sup> Stockdale CR, Walken GP, Wales WJ, Dalley DE, Birkett A, Shen P et al. Influence of pasture and concentrates in the of grazing dairy cows on the fatty acid composition of milk. *J Dairy Res.* 2003; 70:267-276.



- <sup>15</sup> Aharoni Y, Orlov A, Brosh A. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and trans fatty acids profiles of beef lipid fractions. *Animal Feed Science and Technology* 2004; 117(1):43-60.
- <sup>16</sup> Bargo F, Delahoy JE, Schroeder GF, Muller LD. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Anim Feed Sci Technol*. 2006; 125(1):17-31.
- <sup>17</sup> Medeiros SR. Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite, com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificados. [Tese]. Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2002. 98p.
- <sup>18</sup> McGuire MA, McGuire M.K, Guy MA, Sanchez WK, Shultz TD, Harrison LY et al. Short-term effect of dietary lipid concentration on content of conjugated linoleic acid (CLA in milk from dairy cattle). *J Anim Sci*. 1996; 74 Suppl 1:226.
- <sup>19</sup> Griinari JM, Dwyer DA, McGuire MA, Bauman DE, Palmquist DL, Nurmela KVV. Trans-octadecenoic acids and fat depression in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 1998; 81:1251-1261.
- <sup>20</sup> Stanton C, Lawless F, Kjellmer G, Harrington R, Devary JF, Murphy J. Dietary influence on bovine milk cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content. *J Food Sci*. 1997; 62(5):1083-1086.
- <sup>21</sup> Mir Z, Goonewardene LA, Okine E, Jaegar S, Scheer HD. Effects of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain acid in goats milk. *Small Ruminants Res*. 1999; 33(2):137-143.
- <sup>22</sup> Nudda A, Battacone G, Usai MG, Fancellu S, Pulina G. Supplementation with extruded linseed cake affects concentration of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. *J Dairy Sci*. 2006; 89:277-282.
- <sup>23</sup> Zhang RH, Mustafa AF, Zhao X. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield on fatty acid composition of milk and cheese. *Anim Feed Sci Technol*. 2006; 127(4):220-233.
- <sup>24</sup> Marks DJ, Nelson ML, Busboom JR, Cronrath JD, Falen L. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: II. Fatty acid composition of muscle and subcutaneous fat. *J Dairy Sci*. 2004; 82:3611-3616.
- <sup>25</sup> Hayashi AA. Efeito do ácido linoléico conjugado (CLA) na atividade de enzimas reguladoras da lipogênese em ratas durante a lactação e suas implicações no metabolismo e na composição do leite. [dissertação]. Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2003. 68f.
- <sup>26</sup> Baugard LH, Corl BA, Dwyer DA, Saebo A, Bauman DE. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on tissue response to homeostatic signals and plasma variables associated with lipid metabolism in lactating dairy cows. *J Anim Sci*. 2002; 80:1285-1293.
- <sup>27</sup> Oliveira RL, Ladeira MM, Barbosa MAAF, Assunção DMP, Santos GT, Matsushita M et al. Teores de ácidos graxos no músculo de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios na dieta. *Anais da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*; 2006; João Pessoa. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2006. p 1-5.
- <sup>28</sup> Manella M, Tonato F, Luchiaro Filho A. Efeitos do CLA na saúde humana (ácido linoléico conjugado). São Paulo: Serrana; 2002. [cited 16 jun 2006]. Disponível em: URL: [http://www.serrana.com.br/boletins\\_técnicos](http://www.serrana.com.br/boletins_técnicos).
- <sup>29</sup> Mourão DM, Monteiro JBR, Costa NMB, Stringheta PC, Minim VPR, Dias CMGC. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. *Rev Nutr*. 2005; maio-jun 18(3):391-399.
- <sup>30</sup> Kennelly JJ, Bell JA. Conjugated linoleic acid: incorporation into bovine milk fat and effects on human health. De Moine: Feed Energy Company; 2005. [cited 2006 set 13]. Disponível em: URL: <http://www.feedenergy.com/ConjugatedLinoleicAcid.Bell.Kennelly.200x.pdf>.
- <sup>31</sup> Yamamoto SM, Macedo FAF, Zundt M, Mexia AA, Sakaguti ES, Rocha GBL et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. *Rev Bras Zootec*. 2005; mar-abr 34(2):703-710.
- <sup>32</sup> Müller M, Prado IN, Lobo Júnior AR, Capovilla CT, Rigolon P. Fontes de gordura de ômega-3 e ômega-6 sobre a digestibilidade aparente de novilhas de corte confinadas. *Acta Scient Animal Sci*. 2004; 26(3):393-398.
- <sup>33</sup> Tanaka, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant and its physiological functions. *Anim Sci J*. 2005; 76:291-303.

---

Recebido em: maio 2008  
Received: may 2008

Aprovado em: julho 2008  
Accepted: july 2008