

## **ALIMENTOS FUNCIONAIS DE ORIGEM ANIMAL**

*Dorgival Morais de Lima Júnior*

Zootecnista, M. Sc. Doutorando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia-UFRPE, Recife, PE. e-mail: [juniorzootec@yahoo.com.br](mailto:juniorzootec@yahoo.com.br)

*Paulo de Barros Sáles Monteiro*

Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia-UFRPE. e-mail: [paulobsales@yahoo.com](mailto:paulobsales@yahoo.com)

*Adriano Henrique do Nascimento Rangel*

Prof. D. Sc. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, UFRN/EAJ, Natal. e-mail: [adrianorangel@pq.cnpq.br](mailto:adrianorangel@pq.cnpq.br)

*Stela Antas Urbano*

Zootecnista, M. Sc. Doutorando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia-UFRPE, Recife, PE.

*Michel do Vale Maciel*

Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia-UFRPE. e-mail: [micheldr\\_el@hotmail.com](mailto:micheldr_el@hotmail.com)

**Resumo:** A vida urbana e moderna proporcionou “facilidades” às quais o organismo humano não entrara em contato evolutivamente. Aspectos concernentes à saúde acabaram prejudicados pela dieta moderna; dislipidemias, cardiopatias, obesidade e outros são distúrbios quase crônicos e muito prevalentes nas sociedades humanas do novo milênio. Assim, a alimentação de qualidade passou a ser a preocupação mundial, integrando programas de saúde em nível mundial e merecendo destaque e esclarecimento do uso correto dos alimentos e seus benefícios nutricionais. Naturalmente, alguns alimentos ofertam além de nutrientes substâncias bio-ativas capazes de influenciar positivamente a fisiologia e promover saúde. Esse novo tipo de alimento é dito funcional. Ainda, apesar da problemática em torno do uso de produtos de origem animal, principalmente devido ao perfil lipídico desses derivados, atualmente tem se pesquisado formas de administração dos alimentos de origem animal que além de proporcionarem nutrição de qualidade possuam efeito positivo de promoção de saúde no organismo humano. A presente revisão tem o objetivo de detalhar os benefícios dos alimentos funcionais de origem animal.

**Palavras-chave:** ácido graxos poliinsaturados, ácido linoléico conjugado, alimento enriquecido

## **FUNCTIONAL FOODS OF ANIMAL ORIGIN**

**Abstract:** The modern urban life and provided "facilities" to which the human body does not come into contact evolutionarily. Aspects concerning health eventually undermined by modern diet, dyslipidemia, heart disease, obesity and other disorders are almost chronic and highly prevalent in human societies of the new millennium. Thus, food quality has become a worldwide concern, integrating health programs worldwide and deserves special mention and explanation of the correct use of food and its nutritional benefits. Of course, some foods offer beyond nutrient bioactive substances capable of positively influencing the physiology and promote health. This new type of functional food is said. Still, despite the problems surrounding the use of animal products, mainly due to the lipid profile of these products, currently has researched ways of administration of food of animal origin in addition to providing quality nutrition have a positive effect on health promotion human body. This review aims to detail the benefits of functional foods of animal origin.

**Key words:** polyunsaturated fatty acid, conjugated linoleic acid, enriched food

## **INTRODUÇÃO**

A saúde das pessoas no século XXI, se não for a maior preocupação, é um dos temas que mais exercem interesse na população das grandes cidades, tendo em

vista a má qualidade de vida que o frenético ritmo urbano causa.

A sociedade moderna tem se tornado cada vez mais complexa, modificando os padrões de vida; os habitantes das grandes cidades freqüentemente mostram sintomas de cansaço, depressão e irritação, ou mais

comumente uma forma de estresse (KWAK & JUKES, 2001a). Aliado a isso, a alimentação responde de forma preponderante por influenciar a fisiologia e determinar a higidez orgânica.

A baixa incidência de doenças “modernas” em alguns povos chamou a atenção para a sua dieta. Os esquimós, com sua alimentação baseada em peixes e produtos do mar ricos em ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega 3 e 6, têm baixo índice de problemas cardíacos, assim como os franceses, devido ao consumo de vinho tinto, o qual apresenta grande quantidade de compostos fenólicos. Os orientais devido ao consumo de soja, que contém fitoestrogênios, apresentam baixa incidência de câncer de mama. Nestes países, o costume de consumir frutas e verduras também resulta numa redução do risco de doenças coronarianas e de câncer, comprovada por dados epidemiológicos (ANJO, 2004).

Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004). Os fatores que têm contribuído para o desenvolvimento dos alimentos funcionais são inúmeros, sendo um deles o aumento da consciência dos consumidores, que desejando melhorar a qualidade de suas vidas, optam por hábitos saudáveis.

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA, et al., 2003). Alimentos funcionais são todos os alimentos ou bebidas que, consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis (CÂNDIDO & CAMPOS, 2005).

O termo nutracêutico define uma ampla variedade de alimentos e componentes alimentícios com apelo médico ou de saúde. Sua ação varia do suprimento de minerais e vitaminas essenciais até a proteção contra várias doenças infecciosas (HUNGENHOLTZ & SMID, 2002). Tais produtos podem abranger nutrientes isolados, suplementos dietéticos e dietas para alimentos geneticamente planejados, alimentos funcionais, produtos herbais e alimentos processados tais como cereais, sopas e bebidas (KWAK & JUKES, 2001).

A diferenciação entre alimentos funcionais e nutracêuticos justifica-se devido ao pouco conhecimento destes conceitos pela população, bem como da relação entre dieta e saúde. Dispondo de maiores informações, tanto sobre o efeito benéfico de determinados alimentos, como os maléficados causados pela exposição a inúmeras substâncias inerentes à vida moderna, as pessoas poderão

conferir maior importância aos alimentos, contendo substâncias benéficas à saúde. A informação contribui para uma maior aceitação dos alimentos funcionais, diferenciando-os dos nutracêuticos, os quais envolvem todos os tipos de alimentos que possuem algum efeito médico e de saúde.

A presente revisão tem o objetivo de detalhar os benefícios dos alimentos funcionais de origem animal na dieta humana.

## **ÁCIDOS GRAXOS E SAÚDE HUMANA**

A partir dos anos 70, a chamada “hipótese lipídica” (SCHAEFER, 1995) tem correlacionado o consumo de gorduras de origem animal a doenças coronarianas, o que levou à mudança brusca nos hábitos alimentares, refletindo em exigência cada vez maior de produtos de origem animal com baixo teor de colesterol e de gordura, preferencialmente com ácidos graxos insaturados e poliinsaturados.

As carnes de bovino e de ovino, devido à fração lipídica que as caracteriza, têm sido associadas a alimentos pouco saudáveis. Com efeito, no rúmen os lípidos tendem a ser hidrogenados devido à ação dos microrganismos ruminais o que conduz à formação de lipídeos saturados e de ácidos gordos *trans*-monoinsaturados (*trans*-MUFA), que depois se depositam nos tecidos desses animais (DEMEYER & DOREAU, 1999). Não são estas carnes em si mesmas que constituem um fator de risco para as doenças características do estilo de vida Ocidental, mas sim o teor excessivo e o tipo de gordura que elas geralmente apresentam (rica em ácidos gordos saturados e *trans*-MUFA).

A gordura absorvida da dieta e os lipídeos sintetizados pelo fígado e tecido adiposo devem ser transportados para os vários tecidos e órgãos, para utilização e armazenamento. O transporte destes no plasma sanguíneo é realizado pelas lipoproteínas. Essas estruturas anfipáticas permitem a circulação de moléculas hidrofóbicas na corrente sanguínea. A densidade das lipoproteínas varia conforme a proporção de proteína e lipídio, portanto, uma forma de separá-los do plasma é por centrifugação (MAYES, 1994; WARDLAW & INSEL, 1995).

Quanto à dinâmica das lipoproteínas no organismo, temos o HDL-colesterol (lipoproteína de alta densidade) que carrega os lipídeos dos tecidos para serem metabolizados ou excretados. Outrossim, a LDL-colesterol é responsável pelo carregamento de lipídeos do fígado para os depósitos no organismo (tecido adiposo).

Devido o perfil de ácidos consumidos formam-se diferentes tipos de lipoproteínas no organismo. Por sua vez, as dislipidemias são distúrbios metabólicos que afetam os níveis das lipoproteínas circulantes. Quando está aumentada a concentração sérica de colesterol pode-se dizer que o indivíduo tem uma hipercolesterolemia. As

dislipidemias podem estar associadas a fatores genéticos ou ambientais, como tabagismo, sedentarismo, abuso de álcool e principalmente dieta incorreta.

O termo dislipidemia é mais adequadamente utilizado, uma vez que as anormalidades podem ser tanto de natureza quantitativa como qualitativa. Particularmente no caso do HDL-colesterol a anormalidade está relacionada às baixas concentrações (MICHELON & MORIGUCHI, 1999).

Estas recomendações identificam o LDL-colesterol como a lipoproteína mais aterogênica e estudos clínicos comprovam que a redução do LDL-colesterol diminui a incidência e a mortalidade para DAC, bem como reduz a mortalidade total (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1993; FERNANDEZ, 1995; ASSIS, 1997; BERGLUND et al., 1999; DREAON et al., 1999; GRIFFIN, 1999; HU et al., 1999; JONES et al., 1999; MICHELON & MORUGUCHI, 1999; SISCOVICK et al., 2000).

Os ácidos graxos  $\Omega$ -3 predominantes são o ácido eicosapentanoico (EPA) e o ácido docosahexanoico (DHA), cuja principal ação é a inibição da síntese de triglicerídeos em nível hepático. Altas ingestões de ácidos

graxos  $\Omega$ -3 podem reduzir os níveis de triglicerídeos séricos substancialmente, muito mais do que as outras gorduras insaturadas (VAHOUNY et al., 1981; MAYES, 1994; ASSIS, 1997; CAGGIULA et al., 1997; SCHAEFER, 1997; SISCOVICK et al., 2000; TORRES et al., 2000).

#### ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS: NUTRIÇÃO E SAÚDE

Existem alguns ácidos graxos que são dieteticamente essenciais para os mamíferos, devido à ausência de sistema enzimático de síntese. Os humanos não podem sintetizar ácidos graxos polinsaturados e, portanto, precisam obtê-los a partir da dieta (BRENNER, 1987).

Existem três famílias importantes de ácidos graxos comumente consumidos na dieta: ômega 9, ômega 6 e ômega 3, sendo que apenas as duas últimas representam os ácidos graxos essenciais para o organismo.

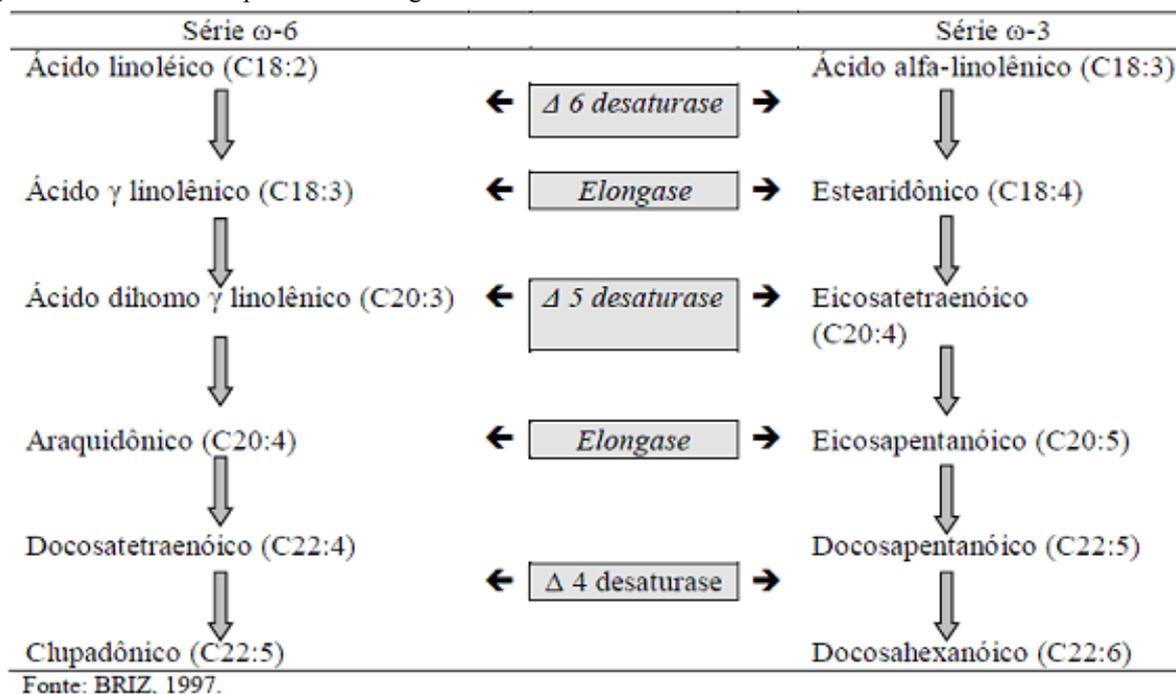


Figura 1. Metabolismo dos ácidos graxos

As famílias de ácidos graxos ômega-3 ( $\Omega$ -3 ou n-3) e ômega-6 ( $\Omega$ -6 ou n-6), consistem de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs-Polyunsaturated Fatty Acids) contendo de 18 a 22 carbonos. A designação de ômega tem relação com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos n-3 apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os ácidos graxos n-6 têm a primeira

dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono (WILEY & SONS, 1979). Os principais ácidos graxos n-3 são o ácido linolênico 18:3, o ácido eicosapentaenóico (EPA) 20:5 e o ácido docosahexaenóico (DHA) 22:6, enquanto os principais n-6 são o ácido linoléico 18:2 (KINSELLA, 1990; MAYSER et al., 1998) e o ácido araquidônico 20:4.

Os ácidos graxos das famílias n-6 (ômega-6) e n-3 (ômega-3) são obtidos por meio da dieta ou produzidos

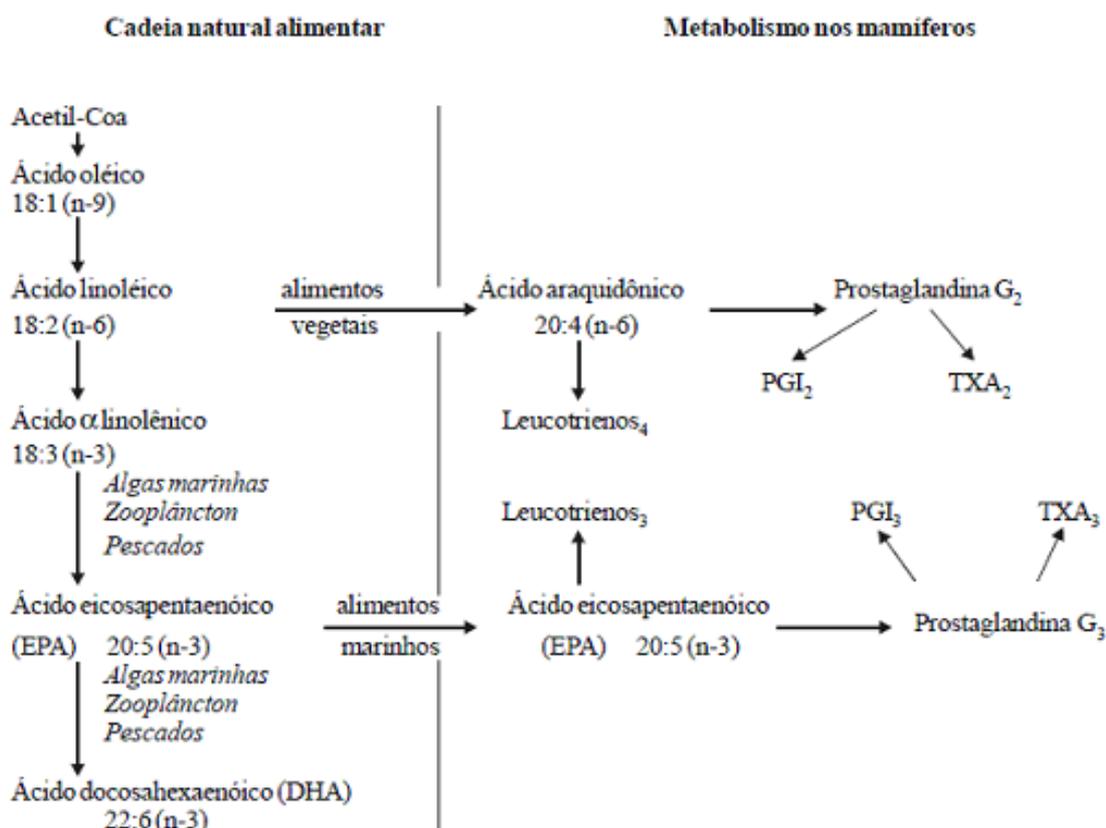
pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase. As alongases atuam adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia, e as dessaturases agem oxidando dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a configuração cis (MARTIN et al, 2006).

Entretanto, os diferentes ácidos usam as mesmas enzimas – dessaturases e uma elongase para sintetizar seus derivados (figura 1) com 20 átomos de carbonos: ácido ecosapentaenóico (EPA) (20:5 ômega-3), ácido araquidônico (AA) (20:4 ômega-6) e ácido ecosatrienóico (ETA) (20:3 ômega-9) em ordem de preferência os substratos para essas enzimas: Omega 3>Omega-6>Omega9.

O consumo exclusivo e constante de gorduras vegetais contendo grandes quantidades de n-6 pode resultar em produção excessiva de eicosanóides e peróxidos da série Leucotrienos<sub>4</sub>, PGI<sub>2</sub> e TXA<sub>2</sub>. Em um organismo sadio, quantidades extremamente baixas de eicosanóides são produzidas, enquanto que em tecidos alterados e em condições patológicas, como: inflamações, artrites, hemorragias, lesões vasculares e oncogêneses,

grandes quantidades são sintetizadas. Estes fenômenos têm relação com as prostaglandinas, leucotrienos, tromboxanos e radicais livres dos peróxidos.

Os PUFAs contidos na dieta reduzem o nível de colesterol e de lipoproteínas de baixa densidade no sangue, mas, ao mesmo tempo, a presença de grandes quantidades de n-6 pode resultar em uma produção excessiva de eicosanóides e peróxidos com maior capacidade para inibir a síntese de prostaciclina. Os ácidos graxos n-3 são, portanto, pobres geradores de peróxido quando comparados ao ácido araquidônico e constituem falsos substratos para a cicloxigenase, conseguindo inibir a síntese posterior de eicosanóides não apropriados (Figura 2). Assim como o EPA inibe a síntese de prostaciclina e tromboxano, o DHA inibe preferencialmente a síntese de tromboxano. Isto significa que o DHA é um melhor fator antitrombótico, além do tromboxano TXA<sub>3</sub> gerado a partir do n-3, que é um fator favorecedor da agregação plaquetária, muito mais débil que o tromboxano-TXA<sub>2</sub>, gerado a partir do ácido araquidônico (LANDS, 1986).



Fonte: WARD, 1995

Figura 2. Biossíntese de ácidos graxos n-3 e formação de eicosanóides

O ácido graxo  $\alpha$ -linolênico é convertido em ácido eicosapentaenóico-EPA e em ácido docosahexaenóico-DHA. A taxa de conversão é muito baixa em humanos e diminui ainda mais à medida que a quantidade de ácido linoléico aumenta, pois os dois substratos competem pelo mesmo sistema enzimático. Portanto, as fontes de  $n-3$  obtidas através da ingestão de alimentos são muito importantes (FAO/WHO, 1994; WARD, 1995; NEWTON, 1996).

Estes ácidos poderão ser incorporados nas carnes de frango e suínos e nos ovos, através do fornecimento destes nas rações animais, e com isto os consumidores poderão contar com mais estas fontes de ácidos graxos (PUFA) Ômega-3 para ajudar a preservar a saúde (TEIXEIRA, 2004). Todavia, o principal aspecto que afeta a composição de ácidos graxos exógenos disponíveis para deposição no organismo é a biohidrogenação promovida por algumas bactérias ruminais, sendo esta um obstáculo ao fornecimento de ácidos graxos insaturados para a deposição no tecido adiposo ou incorporação pela glândula mamária, conseqüentemente, incorporação destes ácidos graxos no leite e derivados (MEDEIROS, 2002).

#### **ENRIQUECIMENTO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL COM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS**

##### **Ovos**

Nos alimentos de origem animal o conteúdo em lipídios e sua natureza são objetos de crescente preocupação por parte do consumidor. No caso dos ovos, a atenção tem se concentrado no colesterol e nos ácidos graxos da fração lipídica da gema (BARROETA, 1996).

O aumento do conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados na gema pode ser facilmente alcançado. Embora isso possa trazer benefícios nutricionais ao homem, muitas considerações têm que ser feitas, como por exemplo, os aspectos econômicos, a mudança de ingestão de ácidos graxos associada aos efeitos sobre a fração lipídica da gema e os efeitos sobre a estocagem do produto (NOBLE, 1987).

Os ácidos graxos linoléico e linolênico são essenciais para as aves, pois exercem papel específico no metabolismo (membrana celular e hormônios) e não podem ser sintetizados, necessitando assim estar contidos na dieta, quer seja advindo dos ingredientes ou de gorduras adicionadas.

Recentemente, a incorporação de algas marinhas na dieta de poedeiras vem despontando como um suplemento alternativo à produção de ovos enriquecidos com  $\omega-3$ . As algas são produtoras primárias de AGP  $\omega-3$ , sendo os únicos seres capazes de sintetizar EPA e DHA. Os peixes ao se alimentarem de algas marinhas se tornam fontes secundárias destes ácidos graxos (PIBER NETO, 2006).

Meluzzi et al., (2001) ao estudarem a substituição do óleo de peixe por substratos de algas marinhas como ingredientes para o “enriquecimento” de ovos comerciais, não observaram diferença significativa da incorporação dos AGP  $\omega-3$  entre ovos das aves alimentadas com os dois ingredientes supracitados, no entanto, quando comparados aos ovos convencionais foi verificado que ambos os tratamentos levaram a valores significativamente maiores destes ácidos graxos, sugerindo que, tanto o óleo de peixe como o substrato de algas marinhas podem ser utilizadas como modificador do teor de ácidos graxos da gema de ovos comerciais.

Pita (2007) ao fornecer dietas a poedeiras comerciais contendo óleo refinado de canola, linhaça, milho, soja, óleo bruto de salmão e mistura industrial de sardinha e atum verificou aumento dos teores de dos ácidos graxos da série  $\omega-3$  na gema dos ovos de 2,28%, 9,21%, 1,22%, 2,09%, 4,47%, 4,90%, respectivamente.

Todavia, a utilização de altas concentrações de ácidos graxos na dieta de aves domésticas pode provocar alterações físicas nos ovos comerciais. Muramatsu et al. (2005) demonstraram que uma dieta rica em gordura pode prejudicar a qualidade externa dos ovos, uma vez que os ácidos graxos interferem na absorção de cálcio, ao formar sais com este nutriente no intestino delgado das aves.

Com relação à qualidade interna do ovo, Whitehead et al. (1993) verificaram que a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados na ração de poedeiras induz a diminuição do tamanho e peso da gema, em virtude destes lipídios provocarem a redução da concentração do estradiol plasmático necessário para a formação deste componente do ovo. Bruggali et al. (1998) associaram uma dieta rica em óleos à redução da qualidade do albúmen, em virtude do maior deposição de gordura no oviduto, prejudicando assim, a secreção e deposição de proteínas nesta estrutura.

Aves domésticas são ótimos conversores de alfa-linolênico em EPA e DHA, todavia, humanos não são; pesquisas mostram que a taxas de conversão em humanos é inferior a 6%, enquanto que em aves este valor pode chegar a 30% (KROMHOUT et al. 1985; MORRIS, 2003).

Cedro (2008) comparou ovos produzidos por poedeiras submetidas a dietas convencionais (ração à base de milho e farelo de soja) com ovos produzidos por aves com dieta enriquecida. Foi acrescentada a ração básica, 1,5% de substrato de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (produção de ovos enriquecidos com  $\omega-3$ ).

Os ovos enriquecidos com  $\omega-3$  registraram níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega-3$  maiores do que os ovos convencionais e relações entre ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega-6/\omega-3$  e entre ácidos graxos poliinsaturados/saturados próximas ao estimado para o consumo humano, sendo desta forma, uma excelente

alternativa de alimento para os consumidores preocupados em ingerir dietas mais saudáveis. A gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é mais pigmentada do que a de ovos convencionais (CEDRO, 2008).

O armazenamento em diferentes temperaturas promoveu o aparecimento de manchas nas gemas dos ovos enriquecidos  $\omega$ -3. Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram boas características de qualidade interna e externa, apesar do menor peso e índice de gema quando comparado aos ovos convencionais (CEDRO, 2008).

### **Carne**

A influência da nutrição do animal nos tecido adiposo e muscular tem sido estudada em cordeiros, tanto na composição em ácidos graxos quanto nos teores de colesterol (MATTHES et al., 1996; YAMAMOTO, 2006). Geay et al. (2001) afirmaram que é possível aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e *trans*-monoinsaturados na carne de ruminantes aumentando-se a proporção de ácidos graxos na dieta desses animais.

Os ácidos graxos monoinsaturados, como o ácido oléico, têm poder redutor de colesterol e lipoproteína de baixa densidade (LDL). O ácido graxo poliinsaturado linoléico, no entanto, é considerado essencial, uma vez que não pode ser sintetizado pelos animais (LEHNINGER, 1990) e deve ser fornecido na dieta. Assim, são ácidos graxos de muita importância para a saúde humana.

Macedo et al. (2008) trabalharam com diferentes níveis de inclusão de semente de girassol na dieta de cordeiros. Foram verificadas a composição percentual de ácidos graxos no músculo. Neste trabalho, as concentrações de ácido oléico e linoléico aumentaram de forma crescente aos níveis de semente de girassol, melhorando a qualidade da carne.

Como foi mostrado anteriormente, os ácidos graxos n-3 são de suma importância na nutrição humana, devendo existir uma relação adequada entre n-6 e n-3, uma vez que um balanceamento inadequado poderia acentuar um estado de deficiência de n-3, como é relatado em várias pesquisas. Em sociedades industrializadas, a relação entre n-6 e n-3 teria aumentado devido ao incremento do consumo de óleos vegetais ricos em ácido linoléico e redução do consumo de alimentos ricos em ácidos graxos n-3 (CONNOR, 2000). Os valores da razão entre os PUFA e os ácidos gordos saturados das carnes de bovino e ovino (0,11 e 0,15) são inferiores aos recomendados para a dieta humana (0,45) (WOOD & ENSER, 1997).

Considerando apenas o ácido poliinsaturado linoléico e os ácidos graxos saturados identificados na análise do *Longissimus dorsi*, obteve-se relação de 0,27 a 0,32 com o aumento do nível de semente de girassol. Em

muitas carnes de ruminantes, essa relação tem sido próxima de 0,1 (WOOD et al., 2003).

Uma vez incorporados na mistura de ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 e antioxidantes aos produtos de carne é fundamental verificar cuidadosamente por meio de análise se os ingredientes químicos e funcionais permanecem inalterados durante os processos tecnologia de fabricação, durante o armazenamento por resfriamento e influencia sobre sua vida de prateleira e depois operações de preparação culinária, por como a fritura. Isso garante que o potencial saudável dos produtos funcionalizados atinge o ponto de consumo.

### **Leite**

Para que estes ácidos graxos poliinsaturados sejam incorporados ao leite, a biohidrogenação deve ser evitada com o uso de métodos de proteção dos ácidos graxos no rúmen, seja através do fornecimento de grãos inteiros de oleaginosas com lenta liberação da gordura, ou tratamento térmico (físico) e/ou químico alterando a ação dos microrganismos ruminais responsáveis pela biohidrogenação.

Fernandes et al., (2008) avaliaram o efeito da suplementação com óleos de algodão e de girassol sobre a composição do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com cinco dietas: controle, sem adição de óleo; adição de óleo de algodão a 3%; óleo de algodão a 5%; óleo de girassol a 3%; e óleo de girassol a 5% (%MS).

As concentrações dos ácidos esteárico (C18:0), oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) aumentaram ( $P < 0,05$ ) com a inclusão dos óleos, bem como a quantidade de insaturados depositados no leite também se elevou ( $P < 0,05$ ), os quais podem ter diferentes origens. Os ácidos graxos insaturados podem alterar a fermentação ruminal da fibra pela ação tóxica sobre a população de bactérias fibrolíticas e estas bactérias, por sua vez, estão envolvidas no processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

Os resultados deste trabalho, no qual os teores de C18:2 e C18:3 aumentaram ( $P < 0,05$ ) com a adição de óleo na dieta, diferem dos relatos de Maia et al. (2006), que, em pesquisa com óleos de canola, arroz e soja na alimentação de cabras leiteiras, verificaram aumento ( $P < 0,05$ ) na concentração dos ácidos esteárico (C18:0) e oléico (C18:1), não sendo verificada ( $P > 0,05$ ) essa influência para os ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3). A suplementação de dietas ricas em C18:3 protegidas do ataque dos microrganismos ruminais pode ser uma alternativa interessante para aumentar a proporção do ácido linolênico (C18:3) no leite e a ingestão deste ácido graxo essencial pelo leite (KITESSA et al., 2001).

A adição de óleo em dietas para cabras mestiças Moxotó aumentou o teor de gordura do leite, tornando

esse produto de maior rentabilidade para os laticínios. A adição de óleo na dieta diminuiu a quantidade de ácidos graxos de cadeia curta, como o mirístico, que pode proporcionar sérios problemas à saúde. O óleo de girassol a 5% na MS aumentou a concentração de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente o linolênico, que pode tornar o leite um produto melhor para o consumo humano, tendo em vista o provável efeito deste ácido graxo na prevenção de problemas cardiovasculares.

### **ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO E ENRIQUECIMENTO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

Um ácido gordo com propriedades anticancerígenas, o ácido linoleico conjugado (CLA), foi isolado pela primeira vez da carne de vaca grelhada (HA et al., 1987). O CLA consiste, na realidade, numa mistura de 56 isômeros geométricos e posicionais do ácido linoleico (C18:2 n-6), intermediários da biohidrogenação deste PUFA no rúmen, nos quais as duplas ligações se encontram em posição conjugada. Encontram-se descritos doze isômeros do CLA como constituintes naturais dos alimentos (YANG et al., 2000). O CLA é caso único, na medida em que se encontra principalmente na gordura dos animais ruminantes (e.g. carnes de bovino e de ovino, e produtos lácteos). A gordura da carne de vaca contém de 3,1 a 8,5 mg CLA/g, representando os isômeros 9-*cis* e 11-*trans* de 57 a 85% do valor global de CLA (DECKER, 1995). No entanto, o teor de CLA na carne dos ruminantes e no seu leite pode ser manipulado através da dieta administrada aos animais (DHIMAN et al., 1999; MIR et al., 1999 e 2000).

O principal interesse no aumento da concentração de CLA no leite e nos demais produtos alimentares de origem animal é que este ácido graxo, além de apresentar comprovadamente propriedades antimutagênicas e anticarcinogênicas (HA et al., 1987), atua na redução de agentes citotóxicos existentes nas células cancerígenas (PARODI, 1994). Além disso, o CLA apresenta ainda uma série de outras características benéficas à saúde, pois desencadeia estímulos de resposta imune contra a aterosclerose (LEE et al., 1994), apresenta propriedade hipocolesterolêmica (KELLY & BAUMAN, 1996) e atividades na prevenção de outras doenças como diabetes (HOUSEKNECHT et al., 1998) e obesidade, além de atuar como um poderoso antioxidante (PARK et al., 1999). A concentração típica de CLA na gordura do leite é de 3 a 6 mg/g, porém, podem ocorrer grandes variações entre os rebanhos leiteiros (KELLY & BAUMAN, 1996).

Mais recentemente, alguns estudos têm sugerido que o CLA é também capaz de modificar a composição corporal, parecendo desempenhar um papel importante como agente redutor de peso. Resultados semelhantes, com repartição da massa corporal através da suplementação da dieta com CLA, foram obtidos também

em suínos (PARIZA, 1999) e em humanos (VESSBY & SMEDMAN, 1999; BLANKSON et al., 2000). Estes efeitos de emagrecimento são possivelmente mediados pela diminuição da deposição de gordura e pelo aumento da lipólise, nos adipócitos. Os possíveis mecanismos de ação que aplicam esse efeito são diminuição da proliferação e diferenciação de pré-adipócitos evidenciadas pela inibição do receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama, aumento do gasto energético, alteração da atividade das enzimas carnitinas palmitoiltransferase e lipase lipoprotéica e da concentração de leptina (GRANLUND et al., 2003; MEDINA, 2000).

Maia et al. (2006) avaliaram composição do leite em resposta a inclusão de diferentes fontes de óleos vegetais na dieta de cabras. E observaram que as concentrações dos ácidos linoléico (18:2n-6) e linolênico (18:3n-3) na gordura do leite não foram influenciadas pela adição de óleos vegetais à dieta (cont x trat). Contudo, a gordura do leite dos animais alimentados com dietas contendo óleo de soja apresentou maior concentração (P<0,02) do ácido linoléico que a das cabras alimentadas com dietas enriquecidas com óleo de canola.

A inclusão de fontes de óleos vegetais à dieta aumentou a concentração de CLA na gordura do leite (P<0,08). As dietas suplementadas propiciaram conteúdo de CLA 55% superior em relação ao tratamento controle, com médias de 0,91; 1,10; 1,43 e 1,70% para os tratamentos controle, óleo de canola, arroz e soja, respectivamente. O tratamento com óleo de soja merece maior destaque, pois, neste caso, a diferença na concentração de CLA em relação ao tratamento controle chega a aproximadamente 87%. Não foi observada diferença entre o óleo de arroz e o de oleaginosas.

O CLA presente na gordura do leite é proveniente, em parte, da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico e parte é resultante da atividade da enzima  $\Delta$ -9 desaturase nas células da glândula mamária, que transformam o ácido vacênico absorvido da corrente sanguínea em CLA (BAUMAN & GRIINARI, 2001). Dessa forma, espera-se que, quanto maior a concentração do 18:2n-6 na dieta, maiores as chances de elevar a concentração de CLA na gordura do leite. Este comportamento foi evidenciado neste estudo, pois o óleo de soja foi a fonte mais rica em ácido linoléico, seguido dos óleos de arroz e de canola. Este mesmo comportamento foi verificado para a concentração percentual de CLA na gordura do leite. Pode-se afirmar que a suplementação da dieta com óleos vegetais seria uma forma eficiente de melhorar as propriedades nutricionais da gordura do leite, pois promoveu aumento na concentração de AGPI e na relação AGPI/AGS (P<0,01) (MAIA et al., 2006).

Já Santos et al., (2001) avaliaram a composição do leite de vacas submetidas à diferentes formas de fornecimento de lipídeo na ração ( protegido – grão de soja ou não-prottegido – óleo).

Pode-se observar, ainda, neste experimento, que as fontes de lipídios diminuíram o total de ácidos graxos saturados (principalmente óleo de soja) e tenderam a aumentar o total de ácidos graxos insaturados. Esse efeito pode ser devido ao aumento no fornecimento de lipídios ricos em ácidos graxos insaturados na dieta, em que parte destes escapa do processo de biohidrogenação ruminal, sendo absorvida no intestino delgado, elevando, com isso, seus teores no leite. Outro motivo é a redução dos ácidos graxos de cadeia curta, devido ao menor suprimento dos ácidos acético e butírico, produzidos por ação microbiana ruminal, e utilizados na síntese dos ácidos graxos de cadeia curta do leite (JENKINS, 1995).

A ração suplementada com óleo de soja aumentou significativamente o percentual de CLA, comparada à ração com grão de soja, que foi numericamente inferior à ração controle. Isto ocorreu, provavelmente, devido ao fato de os ácidos linoléico e linolênico estarem mais disponíveis para ser biohidrogenados e, assim, formarem o CLA durante a fase de isomerização. Estes resultados, portanto, demonstram que a adição de óleo não protegido à dieta aumenta o teor de CLA. Assim, a inclusão de óleo de soja degomado, e não soja grão, para atingir 7% de lipídio na dieta de vacas leiteiras, aumenta o teor de CLA na gordura do leite.

## CONCLUSÃO

Os produtos de origem animal, apesar de estigmatizados como pouco saudáveis, tem condições de promover saúde através de substâncias encontradas naturalmente em sua composição ou proporcionadas pela dieta ao animal.

Modificações do plano nutricional dos animais podem promover incrementos substanciais de nutrientes essenciais presentes em seus produtos e potencializar seus efeitos como promotores de saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, M. A. A. **Consulta de nutrição: controle e prevenção do colesterol elevado**. Florianópolis: Insular, 1997. 168p.
- BARROETA, A.C. Huevos enriquecidos: Ciencia o ficcion. In: JORNADAS TÉCNICAS DE AVICULTURA. Calidad de los productos avícolas. Real Escuela de Avicultura. 1996. Barcelona. **Anais...** 1996, p.53-67.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v.70, p.15-29, 2001.
- BERGLUND, L.; OLIVER, E.H.; FONTANEZ, N.; HOLEERAN, S.; MATTEWS, K.; ROHEIM, P.S.; GINSBERG, H.N.; RAMAKRISHNAN, R.; LEFEVRE, M. HDLsubpopulation patterns in response to reductions in dietary total and saturated fat intakes in healthy subjects. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 70, p. 992-1000, 1999.
- BLANKSON, H., STAKKESTAD, J.A., FAGERTUN, H., THOM, E., WADSTEIN, J. e GUDMUNDSEN, O. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. **J. Nutr.**, 130, 2943-2948. 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Coordenação de Doenças cardiovasculares no Brasil**. Sistema Único de Saúde - SUS. Brasília, 36p, 1993.
- BRENNER, R.R. Biosynthesis and interconversion of essential fatty acids. In: WILLIS, A.L. **Handbook of eicosanoids: prostaglandins and related lipids, Chemical and biochemical aspects, part A**. Flórida. v.1, p.99-117, 1987.
- BRIZ, R.C. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos Ômega 3. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1997, p.153-193.
- BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; ROLL, V.F.B. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p. 187-190, 1998.
- BUTOLO, J.E. Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas-SP. **Anais...** Campinas-SP: CBNA, 2001, p.295-305.
- CONNOR, W.E. Importance of n-3 fatty acids in the health and disease. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 71 (suppl.), n.1, p. 171-175, 2000.
- CAGGIULA, A. W.; MUSTAD, V. A. Effects of dietary fat and fatty acids on coronary artery disease risk and total and lipoprotein cholesterol concentrations: epidemiologic studies. **Am. J. Clin. Nutrition**, Bethesda. v. 65, n. 5, 1997.
- DEMEYER, D. e DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proc. Nutr. Soc.**, 58, 593-607. 1999.

- DECKER, E.A. The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. **Nutr. Rev.**, 53, 49-58. 1995.
- DHIMAN, T.R., ANAND, G.R., SATTER, L.D. e PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. **J. Dairy Sci.**, 82, 2146-2156. 1999.
- DREON, D.M.; FERNSTOM, H.A.; WILLIAMS, P.T.; KRAUS, R.M. A very low fat diet is not associated with improved lipoprotein profile in men with a predominance of large low density lipoprotein. **Am.J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 69, p. 411-418, 1999.
- FAO/WHO. **Lipids in early development in fats and oil in human nutrition**. n.57. p.49-55. 1994.
- FERNANDES, M. F.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; BRAGA, A. A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.
- FERNANDEZ, M.L. Distinct mechanisms of plasma LDL lowering by dietary fiber in the guinea pigs: specific effects of pectin, guar gum, and psyllium. **J. Heip. Res. Tucson.**, v.36, p. 2394-2404, 1995.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on diet value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26, 2001.
- GRANLUND, L.; JUVET, L.; PEDERSEN, J.; NEBB, H. Trans-10, cis-12-conjugated linoleic acids prevents triacylglycerol accumulation in adipocytes by acting as a PPAR $\gamma$  modulador. **Journal of Lipid Res.**, v.44 n.8 p.1441-1452, 2003.
- GRIFFIN, B. A. Lipoprotein atherogenicity: an overview of current mechanisms. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 58, p. 163-169, 1999.
- HA, Y.L., GRIMM, N.K. e PARIZA, M.W. Anticarcinogens from fried ground beef: health-altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis**, 8, 1881-1887. 1987.
- HOUSEKNECHT, K.L.; VANDENHEUVEL, J.P.; MOYACAMERINA, S.Y. et al. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty falfa rat. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.244, p. 678-682, 1998.
- HU, F.B.; STAMPFER, M.J.; MANSON, J.E.; ASCHERIO, A. ; COLDITZ, G.<sup>a</sup>; SPEIZER, F.E.; HENNERENS, C.H.; WILLETT, W.C. Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 70, p. 1001-1008, 1999.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.**, 76:3851-3863. 1995.
- JONES, P.J.H.; NTANIOS, F.Y.; RAEINI-SARTAZ, M.; VANSTONE, C.A. Cholesterol-lowering efficacy of a sistanol-containing phytosterol mixture with a prudent diet in hyperlipidemic men. **Am. J.Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 69, p. 1144-1150, 1999.
- KELLY, M.L.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. In: CORNELL NUTRITIONAL CONFERENCE, 1996, Ithaca. **Anais...** Ithaca: 1996. p.68-74.
- KINSELLA, J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **Am. J. Clin. Nutr.**, 52: 1-28. 1990.
- KITESSA, S.M.; GULATI, S.K.; ASHES, J.R. et al. Utilization of oil in ruminants. II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p.201-208, 2001
- KROMHOUT, D.; BOSSCHIETER, E.B.; COULANDER, C.J. The inverse relation between fish consumption and 20 year mortality from coronary heart disease. **The New England Journal of Medicine**, v.312, n.19, p.156-161, 1985.
- LANDS, W.E.M. **Fish in human health**. Orlando: Academic Press, Florida.167p. 1986.
- LEE, K.N.; KRITCHEVSKY, D.; PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis**, v.108, p.19-25, 1994.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. Traduzido por LODI, W.R.; SIMÕES, A.A. São Paulo: Savier, 1990. 723 p.
- MACEDO, V. P.; GARCIA, C.A.; SILVEIRA, A.C.; MONTEIRO, A. L. G.; MACEDO, F. A. F.; SPERS, R.

- C. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; GUIMARÃES, K. C. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e ômega 6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.19 n.6 p.1-9, 2006.
- MATTHES, H.D.; NÜRNEERG, K.; MÖHRING, H. et al. Fettäurezusammensetzung von lammfleisch in abhängigkeit von der fütterung. **Fleischwirtschaft**, v.76, n.9, p.907-909, 1996.
- MAYES, P.A. **Biossíntese de Ácidos Graxos**. Bioquímica. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 1994, cap. 23, p.209-216.
- MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J.; CRISTHOPHER, E.; JABLONSKA, S.; SALMOHOFER, W.; SCHILL, W.B.; KRAMER, H.J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. Omega-3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. **J. Am. Acad. Dermatol.**, 38: 421. 1998.
- MEDEIROS, S.R. **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 modificado. 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- MEDINA, E.A. Conjugated linoleic acid supplementation in humans; effects on circulating leptin concentration and appetite. **Lipids**, v.35 n.7 p.783-788, 2000.
- MELUZZI, A. The n-3 polyenoic fatty acids are exceptional constituents in eggs. **Rivista di Avicoltura**, v. 72, n.5, p.40-47, 2003.
- MICHELON, E.; MORIGUGHI, E. Dislipidemias. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 56, p. 117-129, 1999.
- MIR, Z., GOONEWARDENE, L.A., OKINE, E., JAEGAR, S. e SCHEER, H.D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Res.**, 33, 137- 143. 1999.
- MIR, Z., RUSHFELDT, P.S., MIR, P.S., PATERSON, L.J. e WESELAKE, R.J. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. **Small Ruminant Res.**, 36, 25-31. 2000.
- MORRIS, D.H. - Methodologic challenges in designing clinical studies to measure differences in the bioequivalence of n-3 fatty acids. **Mol Cell Biochem**, Canadá, 2003, v 246, n 1-2, p: 83-90.
- MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; JARDIM FILHO, R. M.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 27, no. 1, p. 43-48, 2005.
- NEWTON, I.S. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. **Food Technology**, 7(2): 169-177. 1996.
- NOBLE, R.C. Egg lipids, egg quality – current problems and recent advances (eds wells, r.g. and belyavin, c.g., eds). In: POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 1987. Butterworths, London. **Anais...** Butterworths, London: 1987, n.20, p.159-177.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid, lipid metabolism, and adipocytes. **Chem. Phys. Lipids**, 101, 144-145. 1999.
- PARK, Y., ALBRIGH, K.J., IL, W., STORKSON, J.M., COOK, M.E. e PARIZA, M.W. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, 32, 853-858. 1997.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.49, p.93-97, 1994.
- PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixe e alga marinha como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em rações de galinhas**, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Medicina

- Veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P.R.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, 2006.
- SANTOS, F. L.; COELHO SILVA, M. T.; LANA, R. P.; BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H.; ABREU, L. R. Efeito da Suplementação de Lipídios na Ração sobre a Produção de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) e a Composição da Gordura do Leite de Vacas. **Rev. Bras. Zootec.**, 30(6):1931-1938, 2001.
- SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, p. 191-212, 2002.
- SCHAEFER, E. J. Effects of dietary fatty acids on lipoproteins and cardiovascular disease risk: summary. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 65 (suppl), n.5, p. 1655-66, 1997.
- SISCOVICK, D.S.; RAGHUNATHAN, T.E.; KING, I.; WEINMANN, S.; BOVBJERG, V.E.; KUSHI, L.; COBB, L.A. ; COPASS, M.K; PSATY, B.M; LEMAITRE, R.; RETZLAFF, B.; KNOPP, R.H. Dietary intake of long-chain n-3 polynsaturated fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 71, p. 208-212, 2000.
- TEIXEIRA, A.S. O que é PUFA Omega3? Disponível no site <www.ovosenriquecidos.com.br> Consultado em 22-05-2004.
- TORRES, I.C. ; MIRA, L.; ORNELAS, C.P.; MELIN, A. Study of effects of dietary fish intake on serum lipids and lipoproteins in two populations with different dietary habits. **Brit. J. Nutr.**, v. 83, p. 371-379, 2000.
- VAHOUNY, G.V.; CONNOR, W.E.; ROY, T.; LIN, D.S.; GALLO, L.L. Lymphatic absorption of shellfish sterols and their effects on cholesterol absorption. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.34, p.507-513, 1981.
- VESSBY, B. e SMEDMAN, A. (1999). Conjugated linoleic acid (CLA) reduces the body fat content in humans. **Chem. Phys. Lipids**, 101, 152.
- WARDLAW, G.M.; INSEL, P.M. Lipídeos. In: WARDLAW, G.M.; INSEL, P.M. Perspectives in nutrition. 3a ed. EUA: Mosby-Year Book, 1995. P.
- WARD, O.P. Microbial production of long-chain PUFAs. **Biotechnology Inform**, 6(6): 683-687. 1995.
- WHITEHEAD, C.C.; BOWMAN, A.S.; GRIFFIN, H.D. Regulation of plasma oestrogens by dietary fats in the laying hen: Relationships with egg weight. **British Poultry Science**, v.34, p. 999-1010, 1993.
- WILEY, J. e SONS. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In: SWERN, D. Ed. **Structure and composition of fats and oils**. v.1, 841p. 1979.
- WOOD, J.D. e ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **Br. J. Nutr.**, Suppl. 1, S49-S60. 1997.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, G.R.; NUTE, G.R. et al. Effect of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.
- YAMAMOTO, S.M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2006.
- YANG, L., LEUNG, L.K., HUANG, Y. e CHEN, Z.Y. Oxidative stability of conjugated linoleic acid isomers. **J. Agric. Food Chem.**, 48, 3072-3076. 2000.

Recebido em 07/02/2011

Aceito em 27/05/2011