



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Magalhães Cedro, Thaiz Marinho; Lima Calixto, Lígia Fátima; Gaspar, Arlene; Pereira Agostinho, Tarcísio Simões

Proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3

Ciência Rural, vol. 41, núm. 4, abril, 2011, pp. 706-711

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118724016>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3

Proportions between polyunsaturated fatty acids in conventional commercial and enriched eggs with omega-3

Thaiz Marinho Magalhães Cedro<sup>I</sup> Lígia Fátima Lima Calixto<sup>II</sup> Arlene Gaspar<sup>III</sup>  
Tarcísio Simões Pereira Agostinho<sup>IV</sup>

### RESUMO

Um experimento foi realizado para comparar as proporções entre ácidos graxos (AG) em gemas de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3 ( $\omega$ -3). No grupo 1, foram alimentadas 432 aves durante toda vida produtiva com ração à base de milho e farelo de soja (produção de ovos convencionais) e, no grupo 2, a partir da 22a semana de idade, as aves foram alimentadas com ração contendo 1,5% de substrato de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3). Coletaram-se aleatoriamente 180 ovos de cada grupo de poeira e estes distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, considerando um ovo como uma repetição. As relações entre ácidos graxos insaturados/saturados, poliinsaturados das séries  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, linoléico/alfa-linolênico, araquidônico/docosahexânico dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 foram inferiores a dos ovos convencionais. As proporções entre AG estudadas dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 foram inferiores a dos ovos convencionais, ficando, portanto, dentro do limiar ideal estimado para o consumo de gordura por humanos.

**Palavras-chave:** ovos para consumo, relação entre ácidos graxos, algas marinhas.

### ABSTRACT

An experiment was carried out to compare the proportions of fatty acids in conventional and enriched  $\omega$ -3 commercial yolk eggs. In group 1, 432 birds were fed throughout productive life with basal diet of corn and soybean meal (production of conventional eggs) and in group 2, the others hens, from the 22nd week-old, was added to the basic diet,

1.5% of substrate of marine algae and 1.8% of fish oil (production of designer  $\omega$ -3 eggs). There were randomly collected 180 eggs from each group of hens and those distributed in complete randomized blocks design, considering one egg as a replicate. The proportions between unsaturated/saturated fatty acids, polyunsaturated  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 series, linoleic/alpha-linolenic acid, arachidonic/docosahexanoic eggs enriched with  $\omega$ -3 were lower than conventional eggs. The interrelationships between fatty acid studied of the  $\omega$ -3 enriched eggs were lower than conventional eggs, and, accordingly, within the ideal threshold value for fat consumption by humans.

**Key words:** algae marine, table eggs, relationship between fatty acids.

### INTRODUÇÃO

O consumidor está mais consciente em relação à dieta e saúde, o que tem estimulado pesquisadores e a indústria de alimentos a desenvolverem produtos que possuam um fator adicional na sua composição natural capaz de trazer benefícios à saúde humana. Atenta a essa nova tendência, a indústria avícola vem promovendo a comercialização de ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGP  $\omega$ -3). Também é importante ressaltar que o equilíbrio adequado entre os ácidos graxos é de suma importância

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação, Instituto de Zootecnia (IZ), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ), Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>II</sup>Departamento de Produção Animal (DPA), IZ, UFRJ, Rua Dois de Dezembro, 44, apt 802, Bairro Flamengo, 22220-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: lfcalixto@uol.com.br. Autor para correspondência.

<sup>III</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, UFRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>IV</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, DPA, UFRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

para o bom funcionamento do organismo. Estudos mostram que as duas principais famílias de AGP ( $\omega$ -6 e  $\omega$ -3) competem pelas mesmas enzimas desaturases e elongases, de modo que a ingestão em excesso de AGP  $\omega$ -6 limita a formação dos AGP  $\omega$ -3 no organismo animal e vice-versa (SANTOS & BORTO-LOZO, 2008). Segundo SIMOPOULOS (2008), a predominância dos ácidos da família  $\omega$ -6, juntamente com o aumento de consumo de gorduras saturadas, alcoolismo, tabagismo e a falta de atividade física, são responsáveis por doenças, como: diabetes, alguns tipos de câncer, depressão, entre outras.

A produção dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é possível pelo fornecimento de fontes ricas nesses ácidos graxos na dieta de poedeiras. O óleo de peixe está entre as fontes de ácidos graxos incluídos na ração com o objetivo de elevar os níveis dos AGP  $\omega$ -3: alfa-linolênico, eicosapentanóico (EPA) e docosahexanóico (DHA) na gema de ovos comerciais (PITA, 2007). Contudo, há que se ter cautela, pois estudos mostram que rações contendo níveis acima de 2,0% de óleo de peixe podem provocar alterações indesejáveis no odor e no sabor dos ovos (GONZALEZ & LEESON, 2000; ŠKRTIC et al., 2008). Outra fonte de AGP  $\omega$ -3 são as algas marinhas, produtoras primárias de EPA e DHA, todavia, seu custo é alto, podendo aumentar em duas vezes o custo de produção (VASCONCELLOS, 2004). Assim, para que a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 seja economicamente viável sem alterar as características organolépticas, muitos avicultores optam por utilizar uma mistura de óleo de peixe e algas marinhas. Meluzzi et al. (2001) constataram que tanto óleo de peixe quanto o substrato de algas marinhas

podem ser utilizados como modificador do teor de ácido graxo da gema de ovos comerciais. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em gemas de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja (produtora de ovos enriquecidos) localizada em Marília, SP, onde se encontravam alojadas em gaiolas de dimensões 45x50x45cm (450cm<sup>2</sup> ave<sup>-1</sup>) poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown. Do total de aves alojadas, foram selecionadas 864 aves as quais foram aleatoriamente distribuídas em dois grupos (cada gaiola com quatro aves foi considerada uma repetição) de modo a receber rações diferenciadas. No primeiro grupo, 432 poedeiras foram alimentadas (rações formuladas e produzidas pela própria granja) durante toda vida produtiva com ração a base de milho e farelo de soja, sendo os ovos produzidos por estas aves denominados como ovos comerciais convencionais. No segundo grupo, a partir da 22<sup>a</sup> semana de idade, as aves foram alimentadas com ração contendo 1,5% de substrato em pó de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (Tabela 1). Os ovos produzidos pelo grupo 2 receberam a nomenclatura de ovos enriquecidos com ômega 3 ( $\omega$ -3). Na tabela 2, são apresentadas as dietas experimentais utilizadas pela granja.

Foram coletados aleatoriamente 360 ovos marrons, tipo extra, embalados em embalagem de polietileno. No mesmo dia da coleta, os ovos foram transportados, em caminhão sem refrigeração, do local

Tabela 1 - Composição centesimal em ácidos graxos do substrato de algas marinhas e do óleo de peixe.

Ácido graxo	Substrato de algas marinhas	Óleo de peixe
Mirístico	23,36	15,51
Palmítico	43,61	24,63
Esteárico	2,16	4,14
Total de ácidos graxos saturados	69,13	44,28
Palmitoléico	4,34	11,03
Oléico	2,85	3,98
Total de ácidos graxos monoinsaturados	7,19	15,01
Linoléico	1,25	2,91
Gamalinolênico	1,23	1,21
Araquidônico	1,79	2,62
Total de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-6	4,27	6,74
Linolênico	1,40	0,99
Eicosapentaenóico (EPA)	1,71	15,62
Docosahexanóico (DHA)	16,30	17,36
Total de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3	19,41	33,97
Relação entre $\omega$ -6/ $\omega$ -3	0,22	0,20

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais.

Ingrediente	-----Dieta-----	
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>
Milho	60,44	59,17
Farelo de soja (46%)	25,80	25,98
Fosfato bicálcico (18% P, 21% Ca)	1,93	1,94
Calcário	8,87	8,86
Sal	0,32	0,32
Óleo de peixe	0,00	1,80
Óleo de soja	0,71	0,00
Substrato de algas	0,00	1,50
Areia	1,50	0,00
Cloreto de colina (60%)	0,05	0,05
DL-metionina	0,13	0,13
Suplemento mineral-vitamínico***	0,25	0,25
Composição Nutricional calculada <sup>1</sup>		
Energia metabolizável <sup>2</sup> (kcal kg <sup>-1</sup> )	2800	2800
Proteína bruta (%)	17,18	17,07
Cálcio (%)	3,90	3,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45
Sódio (%)	0,17	0,17
Metionina (%)	0,40	0,40
Metionina + cistina (%)	0,69	0,69
Lisina (%)	0,89	0,89
Extrato etéreo (%)	5,96	6,99
Ácido linolênico (%)	0,00	0,89
Eicosapentanóico (%)	0,00	0,45
Docosahexanóico (%)	0,00	0,71

\* Produção de ovos convencionais.

\*\* Produção de ovos enriquecidos com ω-3.

\*\*\* Adição por quilograma de dieta: vitamina A (6250UI); vitamina D (2500UI); vitamina E (12UI); vitamina K (0,04mg); tiamina (0,25mg); riboflavina (3,40mg); vitamina B<sub>6</sub> (0,25mg); vitamina B<sub>12</sub> (20lg); ácido pantoténico (3,80mg); niacina (9,90mg); biotina (0,10mg); ácido fólico (0,25mg); Cu (6,00mg); Fe(52,50mg); I (0,33mg); Se (0,21mg); Mg (48,0mg); Zn(60,23mg); etoxiquina (0,31mg).

<sup>1</sup> Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2005).

<sup>2</sup> Calculada segundo NRC (1994).

de produção (Marília, SP) até o CEASA - Rio de Janeiro, RJ, numa distância aproximada de 524km e, em seguida, em carro de passeio nas mesmas condições, até o Laboratório de Análise de Alimentos e Bebidas (LAAB) do Instituto de Tecnologia da UFRRJ, localizado em Seropédica, RJ. O tempo decorrido entre a coleta dos ovos na granja até o laboratório para análise dos ovos foi de quatro dias. Na chegada dos ovos ao LAAB, esses foram divididos em dois tratamentos segundo o seu teor de AGP ω-3 (convencionais e enriquecidos com ω-3). Para determinação do perfil de ácidos graxos, os ovos foram quebrados e as gemas separadas para que fossem realizados três pools de 10 gemas de cada tratamento.

A extração dos lipídios foi realizada seguindo o método de FOLCH et al. (1957). Pesou-se 0,5g de gema crua em balança analítica 0,0001g modelo RS 232 - Mettler Toledo (Greifensee, Suíça), transferida para balão volumétrico de 100mL, sendo seu volume completado com solução 2:1 de clorofórmio e metanol. A mistura foi agitada manualmente por dois minutos e, em seguida, filtrada em funil de separação Squibb. Adicionou-se ao funil 20mL de KCl 0,72% para a primeira separação de fases, recolheu-se a fase inferior e adicionou-se mais 17,5mL de KCl 0,72% no funil para uma segunda separação de fases, e agitou-se manualmente. Após a segunda separação das fases, o extrato clorofórmico foi filtrado em sulfato de sódio anidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para um balão de fundo redondo de 200mL pesado previamente, e secou-se em rota-evaporador a 25°C e, em seguida, foi determinada a quantidade de lipídeos totais.

A metilação e saponificação dos lipídeos foram realizadas utilizando-se o método de HARTMAN & LAGO (1973). Amostras de 1mL da solução lipídica do extrato clorofórmico foram transferidas para tubos de tampa esmerilhada, seguida de evaporação do clorofórmio com auxílio de corrente de nitrogênio. A saponificação resultou da adição de 2mL de solução metanólica de hidróxido de sódio a 0,5N e aquecimento em banho-maria a 100°C por cinco minutos.

Para esterificação dos ácidos graxos, foi adicionado ao extrato lipídico, 6mL do reagente de esterificação (60mL de metanol + 2g de cloreto de amônio + 3mL de ácido sulfúrico), com aquecimento dos tubos em água fervente por três minutos. Após o resfriamento, foi adicionado ao extrato 5mL de água fria, seguida de agitação manual. A fase superior foi transferida para um tubo de ensaio e foram adicionados 5mL de solução saturada de carbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>). Em seguida, foram aplicadas três porções consecutivas de 1mL de hexano, para que, assim, fossem extraídos os ésteres metílicos do composto. Uma alíquota de 1μL do extrato esterificado foi injetado no cromatógrafo a gás.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada através da comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras padrões de ácidos graxos autênticos (Sigma, EUA). A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por área dos picos observados.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com três repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, com 5% de significância (P<0,05), utilizando o software Sisvar 4.3 (FERREIRA, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as médias dos níveis de ácidos graxos saturados nos tratamentos estudados (Tabela 3). Esses resultados corroboram a literatura que relata que a composição de AGS na gema é resistente a mudanças e não são influenciados pela dieta (SIMOPOULOS, 2000; CHERIAN, 2008).

Com relação à família dos ácidos graxos monoinsaturados, observaram-se médias significativamente maiores ( $P<0,05$ ) de ácido oléico para os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3, quando comparado aos ovos convencionais (Tabela 3). CHERIAN et al. (2007) ao enriquecer dietas de poedeiras comerciais com óleo de peixe verificou que, à medida que aumentava os níveis dietéticos de AGP  $\omega$ -3, diminuía o percentual de ácido oléico da gema.

Para ácidos graxos poliinsaturados (AGP), foi verificado que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias significativamente menores dos ácidos linoléico e araquidônico, da série  $\omega$ -6, e médias significativamente maiores dos ácidos alfa-linolênico e docosahexanóico (DHA), da série  $\omega$ -3, quando comparado aos ovos convencionais (Tabela 3). Em estudo semelhante, PITA (2007) verificou que os ovos das aves alimentadas com uma mistura de óleos de sardinha e atum apresentaram as médias significativamente maiores dos ácidos alfa-linolênico e DHA e significativamente menores dos ácidos linoléico e araquidônico em relação ao tratamento controle (ovos convencionais). Pesquisas mostram que a incorporação de ingredientes ricos em  $\omega$ -3 na dieta de poedeiras modifica o perfil lipídico da gema, uma vez que os ácidos graxos essenciais, linoléico ( $\omega$ -6) e alfa-linolênico ( $\omega$ -3), competem pelas mesmas enzimas no organismo animal, de modo que a ingestão em excesso de AGP  $\omega$ -3 limita a conversão dos AGP  $\omega$ -6 no organismo animal e vice e versa (SIMOPOULOS et al., 2008).

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nos valores da relação entre os ácidos oléico/linoléico dos dois tipos de ovos estudados (Tabela 4). No entanto, em estudo semelhante, SHAFETY et al. (2003) observaram que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias da relação entre os ácidos oléico/linoléico superiores a dos ovos convencionais. A justificativa daquele estudo para o ocorrido foi que o ingrediente utilizado para enriquecimento dos ovos com  $\omega$ -3 (semente de girassol) possui elevados níveis de ácido oléico em sua composição, alterando, com isso, a relação entre os ácidos oléico/linoléico da gema.

Para a relação entre os ácidos linoléico/linolênico, as maiores médias foram observadas nos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 quando comparado aos ovos convencionais (Tabela 4). Isto pode ser justificado pelo fato de que os ingredientes utilizados na dieta das aves para enriquecimento dos ovos (óleo de peixe e substrato de algas marinhas) possuíam elevados níveis de ácido alfa-linolênico em sua composição, modificando, com isso, a relação entre os ácidos linoléico/alfa-linolênico da gema. Segundo a SIMOPOULOS (2000), o consumo ideal dessa relação não deve ser superior a 4:1, pois valores acima deste limite aumentam consideravelmente o risco de doenças cardiovasculares em indivíduos adultos.

Os resultados da relação entre os ácidos araquidônico e docosahexanóico (ARA/DHA) dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 mostraram-se significativamente inferiores aos dos ovos convencionais (Tabela 4). Óleo de peixe e algas marinhas, ingredientes utilizados para o enriquecimento dos ovos com  $\omega$ -3, possuem elevados teores de DHA em sua composição, o que poderia justificar a relação entre ARA/DHA dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 como menor que a dos ovos convencionais. Estudos recentes mostram que a relação ARA/DHA está relacionada a uma boa saúde e desenvolvimento

Tabela 3 - Percentual (%) de ácidos graxos da gema de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Ácido graxo (%)	Sigla	Convencional	Enriquecido com $\omega$ -3	CV(%)*
Palmítico	C16:0	23,53 <sup>a</sup>	22,14 <sup>a</sup>	6,21
Esteárico	C18:0	9,81 <sup>a</sup>	9,16 <sup>a</sup>	8,67
Oléico	C18:1	43,45 <sup>a</sup>	33,78 <sup>b</sup>	6,21
Linoléico	C18:2	21,64 <sup>a</sup>	14,66 <sup>b</sup>	7,94
Araquidônico	C20:4	1,94 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	8,11
Alfa-linolênico	C18:3	1,31 <sup>b</sup>	2,63 <sup>a</sup>	6,23
Docosahexanóico (DHA)	C22:6	1,10 <sup>b</sup>	1,83 <sup>a</sup>	4,40

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo Teste F. \*coeficiente de variação.

Tabela 4 - Relações entre ácidos graxos da gema de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Relação entre ácidos graxos	Convencional	Enriquecido com $\omega$ -3	CV(%) *
Oléico/Linoléico	2,01 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	5,24
Linoléico/Alfa-linolênico	16,51 <sup>a</sup>	5,57 <sup>b</sup>	8,67
Araquidônico/Docosahexanóico	1,76 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>	3,99
$\omega$ -6/ $\omega$ -3**	9,78 <sup>a</sup>	3,60 <sup>b</sup>	5,08
Insaturados/Saturados	2,08 <sup>a</sup>	1,73 <sup>b</sup>	5,24

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo Teste F. \*coeficiente de variação, \*\*relação entre os ácidos graxos poliinsaturados das séries ômega-6 e ômega-3.

cerebral (MCNAMARA et al., 2009; HOFFMAN et al., 2009), contudo há poucos trabalhos abordando essa relação em ovos enriquecidos com  $\omega$ -3. SHIMIZU et al. (2001), ao investigarem a modificação do teor de ácidos graxos de gemas de ovos comerciais, verificaram médias menores da relação ARA/DHA para ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 quando comparados aos convencionais.

A Tabela 4 mostra que a relação entre os teores totais dos ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) dos ovos convencionais foi significativamente superior a dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3. De acordo com o Instituto de Medicina Americano, o consumo da relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 não deve ser superior a 5:1 (MORRIS, 2010). O resultado encontrado para ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é considerado satisfatório, pois, de acordo com SIMOPOULOS (2008), a ingestão adequada da relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 é fundamental para que haja um balanço correto na cadeia de transformação dos ácidos graxos essenciais, isto é, para que a concentração em excesso de uma das famílias não prejudique o metabolismo da outra. ŠKRTIC et al. (2008), visando comparar os níveis de ácidos graxos de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, observou médias de relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 bem próximas ao observado no presente estudo. Segundo o autor, essa baixa relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ocorreu em virtude da alta concentração de AGP  $\omega$ -3 na dieta das poedeiras.

A relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados (I/S) dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 foi significativamente maior que a dos ovos convencionais (Tabela 4). Estudos mostraram que a composição lipídica da gema é determinada pelo metabolismo lipídico no fígado, antes de sua deposição no ovo. No entanto, a administração de AGP  $\omega$ -3 na dieta das aves permite a manipulação do nível desses ácidos graxos na gema, uma vez que eles não são metabolizados, de forma completa, elevando com isso o teor de ácidos graxos insaturados na gema (ŠKRTIC et al., 2008). Esses resultados corroboram os achados de SOUZA et al.

(2008), nos quais se verificou que a relação I/S dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 foi 9,88% superior aos ovos convencionais. De acordo com PITA (2007), a qualidade das gorduras ingeridas é definida pela relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados, sendo que quanto maior a quantidade de ácidos graxos insaturados, mais aconselhável é o seu consumo.

## CONCLUSÃO

As proporções entre ácidos graxos I/S, poliinsaturados das séries  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, linoléico/alfa-linolênico, ARA/DHA dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 foram inferiores a dos ovos convencionais, ficando, desta forma, dentro do limiar ideal estimado para o consumo de gordura por humanos.

## REFERÊNCIAS

CHERIAN, G. Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status dietary n-3 oils. *Poultry Science*, v.87, n.6, p.1131-1137, 2008. Disponível em: <<http://www.ppgcta.ufc.br/tatianavidal.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

CHERIAN, G. et al. Conjugated linoleic acid and fish oil in laying hen diets: effects on egg fatty acids, thiobarbituric acid reactive substances, and tocopherols during storage. *Poultry Science*, v.86, n.5, p. 953-958, 2007. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/content/abstract/86/5/953>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, v.226, n.1, p.497-509, 1957. Disponível em: <<http://br.monografias.com/.../carne-caprinos-soja2.shtml>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

FERREIRA DF. *Sisvar* 4.3. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Online. Acesso em: 10 jan. 2006.

HARTMAN L.; LAGO R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids. *Laboratory Practice*, v.22, p.475-476, 1973. Disponível em: <[http://www.nutriphill.com.br/analise\\_ital.pdf](http://www.nutriphill.com.br/analise_ital.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2011.

HOFFMAN et al. Toward optimizing vision and cognition in term infants by dietary docosahexaenoic and arachidonic acid

- supplementation: a review of randomized controlled trials. **Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids**, v.81, n.2, p.151-158, 2009. Disponível em: <[http://www.biomedexperts.com/Profile.bme/.../Dennis\\_R\\_Hoffman](http://www.biomedexperts.com/Profile.bme/.../Dennis_R_Hoffman)>. Acesso em: 25 jan. 2011. doi:10.1016/j.plefa.2009.05.003.
- GONZALEZ, E.R.; LEESON, S. Studies on the metabolize energy content of ground full-fat flaxseed fed in mash, pellet, and crumble diets assayed with birds of different ages. **Poultry Science**, v.79, p.1597-1602, 2000. Disponível em: <[http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes\\_teses/97](http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes_teses/97)>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- MCNAMARA, R.K. et al. Inbred C57BL/6J and DBA/2J mouse strains exhibit constitutive differences in regional brain fatty acid composition. **Lipids**, v.44, n.1, p.1-8, 2009. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18923861>>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- MELUZZI, A. et al. Replacing fish oil with marine algae to enrich chicken eggs with n-3 PUFA. Effects on quality traits [PolyUnsaturated Fatty Acids]. **Proceedings of the ASPA Congress Recent Progress in Animal Production Science**, v.2 p.433-435, 2001. Disponível em: <[http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes\\_teses/97\\_Atualizar.pdf](http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes_teses/97_Atualizar.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- MORRIS, D.H. **The importance of Omega-3 fatty acid for adults and infants**. Disponível em: <[http://www.flaxcouncil.ca/english/pdf/FlxPrmr\\_4ed\\_Chpt3.pdf](http://www.flaxcouncil.ca/english/pdf/FlxPrmr_4ed_Chpt3.pdf)>. Online. Acesso em: 26 maio, 2010.
- PITA, M.C.G. **Fontes marinhas e vegetais de PUFA's na dieta de galinhas poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos**. 2007. 136f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Universidade de São Paulo, SP. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/.../10136/tde-01082007.../Maria\\_Carolina\\_G\\_Pita.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/.../10136/tde-01082007.../Maria_Carolina_G_Pita.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- SANTOS, L.E.S., BORTO-LOZO, E.A.F.Q. Ingestão de ômega 3: considerações sobre potenciais benefícios no metabolismo lipídico. **Publicatio UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v.14, n.2, p.161-170, 2008.
- Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas.../782>>. Acesso em: 25 jan.2011. doi: <HTTP://DX.DOI.ORG/10.5212/PUBL.EXATAS.V.14I2.161170>.
- SHAFETY, T.M. et al. Effect of type of grain and oil supplement on the performance, blood lipoproteins, egg cholesterol and fatty acids of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v.2, p.200-206, 2003. Disponível em: <<http://www.cca.ufpb.br/ppgz/pdf/teses/JaneteGouveiaSouza-07.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- SHIMIZU, Y. et al. Dietary fish oil for hens affects the fatty acid composition of egg yolk phospholipids and gives a valuable food with an ideal balance of  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 essential fatty acids for human nutrition. **Journal of Oleo Science**, v.50, p.797-803, 2001. Disponível em: <<http://journals.iut.ac.ir/emag/jstnar/fullv13n47y2009p131-141.pdf>>. Acesso em: 25 jan.2011.
- SIMOPOULOS, A.P. Human requirement for  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v.79, p.961-970, 2000. Disponível em: <[http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes\\_teses/97\\_pdf](http://www.ufrrj.br/posgrad/cpz/dissertacoes_teses/97_pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- SIMOPOULOS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, v.233, n.6, p.674-688, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18408140>>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- ŠKRTIC, Z. et al. I. Effect of different source of oils on fatty acid profile and organoleptic traits of eggs. **Acta agriculturae Slovenica**, v.2, p.17-19, 2008. Disponível em: <<http://aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/supl2-2008/PDF/2-2008-129-134.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2011.
- SOUZA, J.G. et al. Fatty acid profile of eggs of semi-heavy layers fed feeds containing linseed oil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, n.1, p.9-15, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516...script=sci>>. Acesso em: 25 jan. 2011. doi: 10.1590/S1516-635X2008000100006.
- VASCONCELLOS, H. Cardioeggs: referência de ovo enriquecido. **Informativo do Aviário Santo Antônio**, Disponível em: <<http://www.asaeggs.com.br/antigo/cardioeggs.../2004-11.html>>. Acesso em: 25 jan. 2011.