

## Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha

[*Effect of dietary supplementation of flaxseed, canola oil and vitamin E upon polyunsaturated fatty acids in chicken eggs*]

M.C.G. Pita, E. Piber Neto, P.R. Carvalho, C.X. Mendonça Junior

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP  
Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87  
05508-000 – São Paulo, SP

### RESUMO

Estudou-se o efeito de diferentes fontes de ácidos graxos insaturados (óleo de canola e semente de linhaça), acrescidas de diferentes teores de  $\alpha$ -tocoferol nas dietas de poedeiras, sobre a composição de ácidos graxos da gema do ovo foi estudado. Foram utilizadas 288 galinhas da linhagem *Babcock* que receberam dietas com 6% de óleo de canola, 20% de semente de linhaça moída ou 3% de óleo de canola e 10% de linhaça moída com teores de 0, 100 e 200UI/kg de  $\alpha$ -tocoferol. As dietas com 20% de semente de linhaça proporcionaram teores mais elevados de ácidos graxos poliinsaturados no ovo com aumento, em particular, dos teores de ácido  $\alpha$ -linolênico e EPA (ácido eicosapentaenóico) e diminuição de ácido araquidônico na gema. Os teores de vitamina E contidos nas rações experimentais não determinaram alteração significativa na deposição dos diferentes ácidos graxos na gema dos ovos, exceto com relação aos ácidos graxos saturados.

Palavras-chave: poliinsaturados, canola, linhaça, gema, vitamina E

### ABSTRACT

*The effect of dietary sources of polyunsaturated fatty acids - canola oil and flaxseed – with different vitamin E supplementation on the fatty acid deposition into the eggs of 288 Babcock laying hens was investigated. Birds were fed diets containing 6% of canola oil, 20% of flaxseed or a combination of 3% of canola oil and 10% of flaxseed, enriched with 0, 100 or 200UI of dl- $\alpha$ -tocopherol acetate. The inclusion of flaxseed in the diets increased the yolk polyunsaturated fatty acids, mainly  $\alpha$ -linolenic acid and EPA (eicosapentaenoic acid). The concentration of  $\alpha$ -tocopherol in the diet did not change the egg yolk, fatty acids deposition but changed the saturated fatty acids deposition.*

Keywords: polyunsaturated, canola, flaxseed, yolk, vitamin E

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os estudos têm comprovado que as dietas com quantidades adequadas de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 (PUFAs n-3) desempenham papel importante na prevenção e tratamento de várias doenças (Anti

et al., 1992; McLennan, 1993; Shapiro et al., 1996). Tanto o EPA quanto o ácido docosahexanóico (DHA), PUFAs n-3 de cadeia longa, são potentes agentes antiinflamatórios, podendo ser empregados com sucesso no tratamento de doenças inflamatórias auto-imunes como a psoríase e a artrite inflamatória, além de

---

Recebido em 14 de outubro de 2004

Aceito em 17 de janeiro de 2006

E-mail: caropita@usp.br

possuírem efeito antitrombótico (Shapiro et al., 1996). Desta forma, a suplementação dietética de PUFAs n-3 tem sido associada à redução de doenças cardiovasculares, neoplasias e colite ulcerativa, podendo também proteger pacientes com lesões preneoplásicas de cólon (Anti et al., 1992; McLennan, 1993; Pownall et al., 1999; Teitelbaum e Walker, 2001).

A semente de linhaça tem sido amplamente utilizada com o intuito de modificar a composição lipídica da gema dos ovos, como nos estudos de Cherian e Sim (1991), Aymond e Van Elswyk (1995) e Mori (2001), onde se evidenciaram elevados teores de PUFAs n-3 nas gemas provenientes de aves alimentadas com dietas de 7% a 35% desta semente nas rações. Por outro lado, o emprego de óleo de canola na alimentação humana proporciona efeitos benéficos na composição lipídica do sangue, com aumento significativo de ácido  $\alpha$ -linolênico e EPA no plasma, assim como aumento nos teores de EPA e DHA nas plaquetas (Corner et al. 1990). Cherian e Sim (1991) relataram incorporação significativa de PUFAs n-3 na gema dos ovos de aves alimentadas com dieta de óleo de canola, em comparação com dietas-controle.

O emprego de canola e linhaça, na dieta de poedeiras, proporciona enriquecimento da gema principalmente na forma de ácido linolênico (Mori, 2001), no entanto, pequena parte de EPA e DHA é incorporada à gema dos ovos enriquecidos com tais ingredientes vegetais, decorrente da desaturação e da elongação da cadeia do ácido linolênico (Mori, 2001, Farrel, 1998).

A inclusão de semente de linhaça, de canola e de seus óleos na dieta das aves, promove a incorporação de ácidos graxos de elevado grau de insaturação na gema o que, conseqüentemente, eleva o seu potencial oxidativo. Assim, a incorporação de antioxidantes, tais como  $\alpha$ -tocoferol, a estes ovos torna-se imprescindível para a proteção dos ácidos graxos contra a oxidação e tem também a finalidade de enriquecer o alimento com vitamina E.

O objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da adição de fontes vegetais de ácidos graxos poliinsaturados, acrescidas ou não de vitamina E,

à dieta de galinhas poedeiras, sobre a composição lipídica da gema do ovo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da linhagem comercial *Babcock*, com idade inicial de trinta semanas, com nove tratamentos e quatro repetições de oito aves, alojadas duas por gaiola, em delineamento de blocos ao acaso. O experimento teve duração de onze semanas. As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de Nutrient... (1994), à base de milho e soja, isentas de qualquer ingrediente de origem animal, sendo fornecidas, a exemplo da água de bebida, *ad libitum*. As dietas foram formuladas com 6% de óleo de canola (grupos CAN), ou 20% de semente de linhaça moída (grupos LIN) ou com a combinação de 3% de óleo de canola e 10% de semente de linhaça moída (grupos LC), adicionados de 0, 100 ou 200 UI de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferil, por quilo de ração, totalizando os tratamentos CAN0, CAN1, CAN2, LIN0, LIN1, LIN2, LC0, LC1 e LC2 (sendo 0-0UI vitamina E, 1-100UI vitamina E e 2-200UI vitamina E).

Os ovos foram colhidos no final do experimento, para a determinação dos ácidos graxos da gema. Foi utilizado um grama de gema fresca e crua de acordo com Folch et al. (1957) e Bligh e Dyer (1959), sendo a saponificação do extrato lipídico e a extração dos ésteres de ácidos graxos feitas segundo Hartman e Lago (1973). A amostra foi injetada no cromatógrafo a gás, com as seguintes condições de operação: injeção *split* 50:1, temperatura da coluna 150°C durante 15 minutos, programada até 210°C em uma razão de 3°C por minuto, tendo o nitrogênio como gás de arraste com uma vazão de 1,5 ml por minuto e o gás *make-up* o nitrogênio (30ml por minuto). A temperatura utilizada para o injetor foi de 250°C e a do detector de 280°C.

Para a análise estatística dos resultados, foram utilizadas quatro repetições por tratamento, sendo empregados os procedimentos de análise de variância descritos por Snedecor e Cochran (1967). Posteriormente, com base em dois critérios: fontes de ácidos graxos poliinsaturados (óleo de canola, linhaça moída e combinação entre eles) e teores de vitamina E suplementar na ração (0,100 e 200UI/kg), utilizou-se um modelo

*Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola...*

fatorial 3X3, sendo o teste de Tukey aplicado para o contraste entre médias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observou-se que o teor de ácidos graxos saturados da gema não sofreu alterações significativas entre os diferentes tratamentos ou

entre as diferentes fontes (Tab. 1, 2). Tais resultados se assemelham aos encontrados por Aymond e Van Elswyk (1995) e Mori (2001) que, ao fornecerem às galinhas, dietas suplementadas com teores de 5% a 15% de semente de linhaça, não observaram diferenças nas concentrações de ácidos graxos saturados totais da gema dos ovos, quando comparadas com dietas-controle a base de óleo de milho.

Tabela 1. Perfil dos principais ácidos graxos (% dos ácidos graxos totais) presentes na gema do ovo (% dos lípides totais), de acordo com os tratamentos estudados

Ácidos graxos	Tratamentos								
	CAN0	CAN1	CAN2	LIN0	LIN1	LIN2	LC0	LC1	LC2
Linoléico	14,78abc	14,58bc	14,24c	16,11abc	16,27ab	16,63a	15,52abc	14,66bc	14,41bc
Linolênico	1,66c	1,55c	1,61c	9,00a	7,93a	8,19b	5,42b	5,73b	5,45b
Araquidônico	1,12ab	1,01abc	1,26a	0,53c	0,63bc	0,73abc	0,69abc	0,70abc	0,66bc
EPA	-	-	-	0,131a	0,103b	0,108ab	0,074c	0,095bc	0,082bc
DHA	0,888ab	0,806b	0,781b	1,140ab	1,098ab	1,115ab	1,174ab	1,367a	1,242ab
Total de saturados (%)	27,47a	29,54a	29,97a	29,76a	30,00a	29,23a	28,86a	29,60a	29,51a
Total de monoinsaturados (%)	52,57a	51,99ab	51,57abc	43,50e	43,43e	43,50e	47,76cd	47,34de	48,21bcd
Total de poliinsaturados (%)	19,95cd	18,47d	18,46d	27,74a	26,57a	27,26a	23,37b	23,06b	22,27bc
Total de PUFAs n-3 (%)	2,55c	2,36c	2,39c	10,27a	9,13a	9,41a	6,67b	7,19b	6,77b
Total de PUFAs n-6 (%)	15,98ab	15,66ab	15,59ab	16,73ab	17,00ab	17,38a	16,30ab	15,41ab	15,15b
Relação P/S	0,73def	0,63ef	0,62f	0,97a	0,89abc	0,94ab	0,81bcd	0,78cde	0,75cdef
Relação n6/n3	6,27a	6,66a	6,51a	1,64d	1,87cd	1,87cd	2,45b	2,14bcd	2,25bc

\*Médias com letras distintas nas linhas denotam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. \*\*CAN0 (6% óleo de canola); CNA1 (6% óleo de canola 100UI vitamina E); CAN2 (6% óleo de canola 200UI vitamina E); LIN0 (20%semente de linhaça); LIN1 (20%semente de linhaça 100UI vitamina E); LIN2 (20% semente de linhaça 200UI vitamina E); LC0 (3% óleo de canola 10% semente de linhaça); LC1(3% óleo de canola 10% semente de linhaça 100UI vitamina E); LC2 (3% óleo de canola 10% semente de linhaça 200 UI vitamina E).

Tabela 2. Grupos de ácidos graxos (% dos lípides totais) presentes na gema do ovo e suas relações, de acordo com as fontes e níveis de suplementação de vitamina E estudados - São Paulo, 2002

Constantes	Ácidos graxos						
	SAT	MONO	PUFAs	PUFAs n-3	PUFAs n-6	Relação P/S	Relação n-6/n-3
<b>Fontes</b>							
CAN	28,99a	52,04a	18,96a	2,43a	15,74a	0,66a	6,48a
LIN	29,33a	43,48b	27,19b	9,60b	17,04b	0,93b	1,79b
LC	29,32a	47,77c	22,90c	6,88c	15,62a	0,78c	2,28c
<b>VIT E</b>							
0UI/kg	28,36b	47,94a	23,69a	6,50a	16,34a	0,78a	3,45a
100UI/kg	29,71a	47,58a	22,70a	6,23a	16,03a	0,71b	3,56a
200UI/kg	29,57ab	47,76a	21,67a	5,19a	16,04a	0,72b	3,54a

\*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. \*\*SAT (saturados); MONO (monoinsaturados); PUFAs (poliinsaturados); P/S (relação poliinsaturados: saturados).

Pela observação das Tab. 1 e 2 pode-se evidenciar que a incorporação de linhaça à dieta reduziu, de forma significativa, os teores de monoinsaturados na gema, como os dados demonstrados por Botsoglou et al. (1998) que observaram diminuição significativa no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados da gema, utilizando de 10 a 15% de linhaça na dieta. Por

outro lado, são diferentes dos dados de Aymond e Van Elswyk (1995) que, com os mesmos percentuais de linhaça na ração, não verificaram alteração dos teores de monoinsaturados na gema.

A substituição das fontes de ácidos graxos na dieta, promoveu mudanças significativas nas

concentrações de poliinsaturados na gema que revelaram-se maiores (27,19%) no grupo LIN, intermediária (22,90%) para LC e marcadamente reduzida (18,96%) nos ovos de aves alimentadas no grupo CAN- Tab. 2.

A incorporação de PUFAs n-3 à gema (9,60% - Tab. 2) pelo uso da semente de linhaça a 20% na dieta e para aves submetidas a 10% de linhaça e 3% de óleo de canola (6,88% - Tab. 2) foi inferior aos dados relatados por Mori (2001) que assinalou teor de 10,04% de PUFAs n-3 no ovo utilizando 21% de linhaça moída; por Cherian e Sim (1991) que reportaram 10,75%, empregando 16% desta semente e, ainda, por Botsoglou et al. (1998) que obtiveram 9,47% de PUFAs n-3 na gema do ovo incorporando 10% de linhaça à dieta das galinhas.

Com relação à adição de óleo de canola, a média aqui obtida para os PUFAs n-3 (2,43% - Tab. 2),

assemelha-se com os resultados de Nwokolo e Sim (1989) que assinalaram 2,92% de poliinsaturados n-3 totais na gema do ovo, em aves alimentadas com 20% de semente de canola.

Os valores de ácido  $\alpha$ -linolênico incorporados à gema a partir da adição de semente de linhaça (LIN=8,37% e LC=5,53% - Tab. 3) mostraram-se semelhantes aos obtidos por Cherian e Sim (1991) e Jiang, Ahn e Sim, (1991) que observaram teores em torno de 5,5% ao fornecerem 10% de semente de linhaça na dieta e de 6,9% a 8,76% deste ácido, no ovo de aves que receberam de 15% a 16% de linhaça em sua alimentação. Em oposição, Grobas et al. (2001) assinalaram maior deposição deste ácido na gema (10,3% e 14,9%) para tratamentos com 5% e 10% de linhaça, respectivamente.

Tabela 3. Perfil dos principais ácidos graxos da gema do ovo (% dos lípides totais) de acordo com as fontes e níveis de suplementação de vitamina E utilizados

Constantes	Teor de ácidos graxos na gema				
	Linoléico (C18:2)	Linolênico (C18:3)	Araquidônico (C20:4)	EPA (C20:5)	DHA (C22:6)
<b>Fontes</b>					
CAN	14,53a	1,61 <sup>a</sup>	1,13a	-	0,825a
LIN	16,34b	8,37b	0,63b	0,114a	1,118b
LC	14,86a	5,53c	0,68b	0,084b	1,261b
<b>VIT E</b>					
0UI/kg	15,47a	5,36 <sup>a</sup>	0,78a	0,068a	1,067a
100UI/kg	15,17a	5,08 <sup>a</sup>	0,78a	0,066a	1,090a
200UI/kg	15,09a	5,07 <sup>a</sup>	0,89a	0,063a	1,046a

\*Médias com letras distintas nas colunas denotam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Neste trabalho, apesar de os ingredientes das rações serem isentos de PUFAs n-3 de cadeia longa, foi possível detectar deposição de EPA e DHA na gema dos ovos tanto das aves suplementadas com óleo de canola quanto daquelas que receberam semente de linhaça. Os resultados estão de acordo com trabalhos que demonstram a deposição dos PUFAs n-3 na gema do ovo, principalmente sob a forma de ácido  $\alpha$ -linolênico, mas com proporções pequenas de PUFAs n-3 de cadeia longa também incorporados nos ovos de aves que receberam dietas sem esses ácidos graxos (Cherian e Sim; 1991; Jiang, Ahn e Sim; 1991; Nwokolo e Sim; 1989). Neste sentido, Ahn et al. (1995) demonstraram aumento significativo de PUFAs n-3 na gema do ovo, a partir da adição de 3% de

$\alpha$ -linolênico na dieta das aves, sendo que cerca de 70% deste acréscimo ocorreu sob a forma de ácido  $\alpha$ -linolênico.

A utilização da linhaça em teores de 20% (LIN) e de 10% associada ao óleo de canola (LC) proporcionou médias de DHA na gema do ovo de 1,118% e 1,261% (Tab. 3) respectivamente, sendo estes valores superiores ao encontrado para o grupo CAN (0,825% - Tab. 3). Da mesma forma, a concentração de EPA foi maior nas gemas provenientes dos grupos LIN (0,114%) e LC (0,084%) (Tab. 3) em comparação aos ovos das aves que receberam 6% de óleo de canola, onde não foi possível detectar a presença desse ácido graxo (Tab. 2). Estes resultados se assemelham aos encontrados por Mori (2001)

que, ao adicionar 7% e 21% de linhaça à ração das poedeiras, encontrou na gema dos ovos, valores de DHA de 1,29% e 1,67% e, de EPA correspondente a 0% e 0,03%, respectivamente. Em contrapartida, Botsoglou et al. (1998) e Scheideler e Froning (1996), utilizando dietas de 10% a 15% de linhaça, assinalaram valores de DHA na gema bem mais elevados, variando de 1,77% a 3,53%, que os obtidos no presente estudo. Com relação às dietas do grupo CAN, as médias de EPA (0) e DHA (0,825) (Tab. 3) aqui consignadas na gema dos ovos, estão próximas às referidas por Baucells et al. (2000) que, em aves alimentadas com 4% de óleo de canola, reportaram valores de 0,08% e 1,01% desses ácidos graxos, respectivamente.

Não foi observada redução significativa na deposição dos PUFA's n-3 de cadeia longa na gema com a suplementação de vitamina E à dieta das aves (Tab. 3). Estas observações são diferentes dos achados de Galobart et al. (2001a) que assinalaram redução significativa de EPA e DHA nos ovos de aves tratadas com 5% de óleo de linhaça e suplementadas com 200 mg de vitamina E por quilo de ração. Qi e Sim (1998) e Galobart et al. (2001b), outrossim, não reportaram qualquer efeito no conteúdo desses PUFA's nos tratamentos suplementados com vitamina E corroborando os resultados aqui relatados.

Na pesquisa em tela, o DPA (ácido graxo docosapentaenóico), também da série ômega 3 de cadeia longa, não foi detectado nas amostras de ovos analisadas, por isso não foi colocado nas tabelas. Este resultado é coerente com Galobart et al. (2001a) que forneceram 5% de óleo de linhaça às aves, denotando valores significativos somente para EPA e DHA, não sendo encontradas quantidades mensuráveis de DPA. De forma semelhante, Scheideler e Froning (1996) encontraram quantidades bastante reduzidas de DPA na gema dos ovos de aves que receberam 5%, 10% e 15% de semente de linhaça na dieta.

O total de PUFA's n-6, bem como os teores de ácido linoléico na gema dos ovos, sofreram acréscimos significativos com a adição de 20% de semente de linhaça à ração, em comparação

aos grupos CAN e LC nos quais obtiveram-se valores significativamente semelhantes entre si (Tab. 1, 2). Esses resultados corroboram os achados de Scheideler e Froning (1996) relatando aumento significativo de ácido graxo linoléico em aves alimentadas com 15% de linhaça, assim como os de Mori (2001) que, ao fornecer 21% de semente de linhaça para as poedeiras, observou aumento significativo de linoléico quando comparados com os grupos que receberam menores quantidades de linhaça na dieta. Os resultados discordam, entretanto, daqueles citados por Aymond e Van Elswyk (1995) que não observaram modificação significativa do conteúdo de linoléico, na gema de aves alimentadas com 5% ou 15% de linhaça moída. Embora em número reduzido, os estudos com óleo ou semente de canola em poedeiras têm mostrado que estes ingredientes também proporcionam aumento na deposição de linoléico nas gemas dos ovos, quando comparados com dietas-controle (Nwokolo e Sim, 1989; Baucells et al., 2000).

O ácido araquidônico, ausente nas dietas, foi sintetizado no organismo da ave a partir do ácido linoléico mediante mecanismo de alongamento e desaturação, sendo finalmente depositado nos ovos. As aves do grupo apresentaram teor médio duas vezes maior (1,13%) de ácido araquidônico no ovo que as médias auferidas para LIN e LC, 0,63% e 0,68%, respectivamente (Tab. 3). Tais diferenças favorecendo o grupo CAN, podem ser explicadas pelos elevados valores de ácido linoléico presentes nas dietas contendo linhaça, 25,10% a 36,4% (Tab. 4) em comparação aos teores presentes nas dietas com 6% de óleo de canola que denotam valores próximos a 6,2% deste ácido (Tab. 4). De acordo com Brenner et al. (1969), citado por Cherian e Sim (1991), o excesso de ácido linoléico na dieta proporciona redução da síntese do ácido araquidônico, a partir do ácido linoléico, devido à competição existente entre o linoléico e o linolênico pela  $\Delta$ -6 desaturase, enzima envolvida na desaturação destes ácidos, que teria maior afinidade por este último ácido graxo. O excesso de ácido linolênico nas dietas LIN e LC limita a síntese de ácido araquidônico, resultando em baixos valores deste ácido na gema do ovo.

Tabela 4. Composição de ácidos graxos das rações experimentais (% do total de ácidos graxos), conforme tratamentos estudados, dados analisados

Ácidos graxos	Tratamentos								
	CAN0	CAN1	CAN2	LIN0	LIN1	LIN2	LC0	LC1	LC2
	Teor de ácidos graxos (%)								
<b>Grupos</b>									
Total de saturados (%)	11,12	10,85	10,71	13,88	14,50	13,44	12,10	11,28	12,77
Total de monoinsaturados (%)	53,83	53,58	53,51	25,70	26,51	25,10	37,73	38,46	37,50
Total de poliinsaturados (%)	35,05	35,57	35,78	60,43	58,99	61,46	50,17	50,25	49,72
Total de PUFAs n-3 (%)	6,21	6,23	6,36	34,74	33,55	36,40	25,61	25,48	25,04
Total de PUFAs n-6 (%)	28,47	28,94	29,07	25,09	24,95	24,96	24,38	24,59	24,50
Linoléico (C <sub>18:2 n-6</sub> )	28,41	28,92	29,00	24,97	25,08	24,95	24,39	24,51	24,41
Linoléico (C <sub>18:3 n-3</sub> )	6,16	6,20	6,23	34,72	34,20	36,40	25,67	25,43	25,01

A composição lipídica das gemas, no presente experimento, revela uma relação entre as quantidades de PUFAs n-3 e ácido araquidônico, ou seja, ocorre decréscimo na incorporação deste ácido à medida que se aumenta a ingestão de PUFAs n-3 (Tab. 1, 3), observação esta, também evidenciada por Aymond e Van Elswyk (1995). No mesmo sentido, Botsoglou et al. (1998), observaram que a inclusão de 10% de semente de linhaça à ração proporcionou diminuição do ácido araquidônico acumulado na gema do ovo. No presente estudo, os grupos alimentados com óleo de canola produziram gemas com maior teor de araquidônico em comparação àqueles que receberam 10% e 20% de linhaça, sendo tais resultados, condizentes com Baucells et al. (2000) que identificaram valores mais elevados de ácido araquidônico nos ovos de aves que receberam óleo de canola na dieta.

A suplementação de tocoferol não promoveu alteração nas concentrações de ácido linoléico, araquidônico ou mesmo no total de PUFAs n-6 (Tab. 2, 3). Estes resultados assemelham-se com os de Galobart et al. (2001a) que não demonstraram modificação nas concentrações destes ácidos graxos no ovo de aves que foram alimentadas com linhaça acrescida ou não de vitamina E. No entanto, foi possível observar diminuição significativa dos ácidos graxos saturados nos grupos que receberam dieta sem vitamina E quando comparados com aqueles suplementados com 100UI de  $\alpha$ -tocoferol (Tab. 2), com alteração da relação P/S nesses grupos.

## CONCLUSÕES

Segundo os dados aqui apresentados, nota-se a eficiência no transporte de ácidos graxos

poliinsaturados da dieta das galinhas para a gema dos ovos. A utilização de semente de linhaça proporciona maiores teores de poliinsaturados na gema que a substituição desta, por óleo de canola. Enquanto que a introdução de vitamina E na dieta das aves, para a proteção contra oxidação dos ácidos poliinsaturados da gema, não altera as concentrações de PUFAs e monoinsaturados na gema. No entanto, pode-se notar diminuição significativa da incorporação de ácidos graxos saturados, nos grupos que receberam dietas ausentes de vitamina E, quando comparados com aqueles adicionados de 100UI. Devido ao fato de a população em nosso país consumir mais ovos que peixe, o ovo enriquecido com PUFAs n-3, é uma fonte importante destes ácidos graxos, e seu consumo é recomendável como uma das fontes de ômega-3 capazes de suprir requerimentos mínimos exigidos destes ácidos graxos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHN, D.U.; SUNWOO, H.H.; WOLFE, F.H.; et al. Effects of dietary  $\alpha$ -linolenic acid and strains of hen on the fatty acid composition, storage stability, and flavor characteristics of chicken eggs. *Poult. Sci.*, v.74, p.1540-1547, 1995.
- ANTI, M.; MARRA, G.; ARMELAO F. Effect of n-3 fatty acids on rectal mucosa cell proliferation in subjects at risk for colon cancer. *Gastroenterol.*, v.103, p.883-891, 1992.
- AYMOND W.M.; VAN ELSWYK, M.E. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. *Poult. Sci.*, v.74, p.1388-1394, 1995.
- BAUCELLS, M.D.; CRESPO, N.; BARROETA, A.C.; et al. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult. Sci.*, v.79, p.51-59, 2000.

### Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola...

- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biol. Phys.*, v.37, p.911-917, 1959.
- BOTSOGLOU, N.A.; YANNAKOPOULOS, A.L.; FLETOURIS, D.J.; et al. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. *J. Food Agric. Chem.*, v.46, p.4652-4656, 1998.
- BRENNER, R.R.; PELUFFO, R. O.; NERVI, A. M.; et al. Competitive effect of  $\alpha$ - and  $\gamma$ - linolenyl C $\omega$ a and arachidonyl- C $\omega$ a desaturation to  $\gamma$ -linolenyl- C $\omega$ a. *Biochem. Biophys. Acta*, v.176, p.420-422, 1969.
- CHERIAN, G.; SIM, J. S. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty embryos, and newly hatched chicks. *Poult. Sci.*, v.70, p.917-922, 1991.
- CORNER, E.J.; BRUCE, V.M.; McDONALD, B.E. Accumulation of eicosapentaenoic acid in plasma phospholipids of subjects fed canola oil. *Lipids.*, v.25, p.598-601, 1990.
- FARREL, D.J. Enrichment of hens eggs whit n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.68, p.538-544, 1998
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, v.226, p.497-509, 1957.
- GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D. et al. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E a cathaxanthin supplementation. *Poult. Sci.*, v.80, p.327-337, 2001a.
- GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D. et al. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and  $\alpha$ -tocoferyl acetato on lipid oxidation in eggs enriched with n-3 fatty acids. *Poult. Sci.*, v.80, p.1496-1505, 2001b.
- GROBAS, S.; MÉNDEZ J.; LÁZARO, R.; BLAS de C.; et al. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poult. Sci.*, v.80, p.1171-1179, 2001.
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab. Pract.*, v.22, p.475-477, 1973.
- HU, F.B.; the balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Nutr.*, v.17, p.741-742, 2001.
- JIANG, Z., AHN, D.U.; SIM, J.S. Effect of feeding flaxseed and two types of sunflower seed on fatty acid compositions of yolk lipid classes. *Poult. Sci.*, v.70, p.2467- 2475, 1991.
- McLENNAN, P.L. Relative effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on cardiac arrhythmias in rats. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.57, p.207-212, 1993.
- MORI, A.V. Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos. 2001, 162f. Tese (Doutorado em Clínica Médica) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NUTRIENT requirements of poultry. 9.ed, Washington: NCR, 1994. 155p.
- NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in layer diets. *Poult. Sci.*, v.68, p.1485-1489, 1989.
- POWNALL, H.J.; BRAUCHI, D.; KILINÇ, C. et al. Correlation of serum triglyceride and its reduction by  $\omega$ -3 fatty acids with lipid transfer activity and the neutral lipid compositions of high-density and low-density lipoproteins. *Atheroscler.*, v.143, p.285-297, 1999.
- QI, G.H.; SIM, J.S. Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. *J. Agr. Food Chem.*, v.46, p.1920-1926, 1998.
- SCHEIDELER, S.E.; FRONING, G.W. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E- supplemented hens. *Poult. Sci.*, v.75, p.1221-1226, 1996.
- SHAPIRO, J.A.; KOEPESELL, T.D.; VOIGT, L.F. et al. Diet and rheumatoid arthritis in women: a possible protective effect of fish consumption. *Epidemiol.*, v.7, p.256-263, 1996.
- SNEDECOR, G.M.; COCHRAN, W.G. Statistical methods. 6.ed. Ames: Iowa State University , 1967.
- TEITELBAUM, J.E.; WALKER, W.A. Review: the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. *J. Nutr. Biochem.*, v.12, p.21-32, 2001.