

## Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de $\alpha$ -tocoferol na gema do ovo

Effect of dietary supplementation of unsaturated fatty acids and vitamin E upon yolk lipid composition and  $\alpha$ -tocopherol incorporation into the egg yolk

Maria Carolina Gonçalves PITA<sup>1</sup>;  
Eduardo PIBER NETO<sup>1</sup>;  
Luciane Massumi NAKAOKA<sup>1</sup>;  
Cassio Xavier de MENDONÇA JUNIOR<sup>1</sup>

1- Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo - SP

**Correspondência para:**  
CASSIO XAVIER DE MENDONÇA JUNIOR  
Departamento de Clínica Médica  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP  
Avenida Orlando Marques de Paiva, 87  
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"  
05508-270 - São Paulo - SP  
cxmendon@usp.br

Recebido para publicação: 09/06/2003  
Aprovado para publicação: 25/03/2004

### Resumo

Foram utilizadas poedeiras, da linhagem Babcock, alimentadas com dietas contendo 20% de semente de linhaça, 6% óleo de canola ou combinação entre eles (10% de semente e 3% de óleo), suplementadas com 0, 100 e 200 UI de vitamina E por quilo de ração. Analisaram-se os teores de gorduras saturadas, insaturadas e poliinsaturadas da gema, a incorporação de  $\alpha$ -tocoferol, assim como o desempenho produtivo e a qualidade da casca dos ovos. Poedeiras alimentadas com dieta contendo 20% de semente de linhaça mostraram significativa piora na conversão alimentar, redução no peso do ovo, na produção de ovos, na espessura e peso da casca do ovo. A inclusão de semente de linhaça na dieta aumentou a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados e diminuiu a de ácidos graxos monosaturados na gema do ovo. A concentração de  $\alpha$ -tocoferol na gema foi diretamente proporcional aos seus teores na ração ( $R^2=0,9613$ ). Os grupos alimentados com 6% de óleo de canola obtiveram maiores concentrações de  $\alpha$ -tocoferol na gema que os demais.

**Palavras-chave:**  
Vitamina E.  
Ovo.  
Linhaça.  
Canola.  
Lípides da gema.

### Introdução

O consumidor vem se tornando cada vez mais consciente quanto à importância da relação entre dieta e saúde, o que tem estimulado os pesquisadores e a indústria de alimentos a desenvolverem produtos enriquecidos com nutrientes capazes de produzir efeitos benéficos à saúde. O enriquecimento de ovos com PUFAs n-3 e vitaminas, tem despertado grande interesse da indústria avícola, favorecendo o aparecimento no mercado brasileiro de algumas marcas comerciais que visam conquistar parcela da população preocupada em ingerir dietas mais saudáveis.

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 pré-neoplásicas de cólon.<sup>1,2,3,4,5,6,7,8</sup> Paralelamente Liu et al.<sup>9</sup> e Uauy et al.<sup>10</sup> consignaram que o DHA (ácido docosahexaenóico) seria essencial para o desenvolvimento visual e cerebral de neonatos. Segundo Moran Junior<sup>11</sup>, as principais fontes destes ácidos graxos são os óleos de peixe e algumas sementes e seus óleos tais com a canola e a linhaça, ingredientes estes, poucos consumidos pela população ocidental. Desta forma, o enriquecimento dos ovos seria uma

alternativa valiosa para o aumento da ingestão destes nutrientes por parte da população.

A inclusão destes ingredientes na dieta das aves resulta em incorporação destes ácidos graxos na gema do ovo, aumentando, conseqüentemente, a insaturação da gema decorrente da maior quantidade de poliinsaturados presentes, proporcionando destarte, elevação no potencial oxidativo deste produto. Da mesma forma, as condições de estocagem, o aquecimento e o processamento do ovo, além de sua exposição à luz podem resultar em danos oxidativos.<sup>12</sup> Assim, a incorporação de antioxidantes a estes ovos teria dupla finalidade: proteger os ácidos graxos presentes na gema contra a oxidação e enriquecer este alimento com vitamina E.

A presente pesquisa tem como objetivo estudar o efeito do óleo de canola, da semente de linhaça moída, da combinação entre eles e de três níveis de vitamina E suplementar, acrescentados à dieta das aves, sobre a incorporação de alfa tocoferol e composição lipídica das gemas, bem como o desempenho produtivo das galinhas e as características externas do ovo.

## Materiais e Métodos

Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da linhagem comercial Babcock, com idade inicial de trinta semanas, alojadas duas por gaiola, constituindo nove tratamentos (Tabela 1) com quatro repetições de oito aves. O experimento foi conduzido no biotério de aves do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, situado no Campus da Cidade Universitária, São Paulo, tendo duração de onze semanas. As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais do Nutrition Research Council<sup>13</sup>, baseadas em milho e soja, isentas de qualquer ingrediente de origem animal e, juntamente com a água de bebida, oferecidas “ad libitum”. Foram utilizados 6% de óleo de canola (grupos CAN), ou 20% de semente de linhaça moída (grupos LIN) ou a combinação de 3% de óleo de canola e 10% de semente de linhaça moída (grupos LC), adicionados de 0,100 ou 200UI de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferil por quilo de ração.

Os ovos eram colhidos diariamente para se obter o registro do índice de postura e o peso dos mesmos, por repetição. Semanalmente, procedeu-se ao cálculo do

**Tabela 1**  
Composição das rações experimentais - São Paulo, 2002

Ingredientes	CAN0	CAN1	CAN2	LIN0	LIN1	LIN2	LC0	LC1	LC2
Milho	48,14	48,14	48,14	41,52	41,52	41,52	46,24	46,24	46,24
Farelo de soja (45%)	24,58	24,58	24,58	16,38	16,38	16,38	20,49	20,49	20,49
Farelinho de trigo	10,00	10,00	10,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Linhaça	-	-	-	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00
Óleo de milho	-	-	-	1,88	1,88	1,88	-	-	-
Óleo de canola	6,00	6,00	6,00	-	-	-	3,00	3,00	3,00
DL-metionina	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Sal	0,30	0,30	0,30	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30
Calcário	9,50	9,50	9,50	9,37	9,37	9,37	9,43	9,43	9,43
Fosfato bicálcico	1,21	1,21	1,21	1,33	1,33	1,33	1,27	1,27	1,27
Vit. E suplementar (UI/kg)	-	100	200	-	100	200	-	100	200
Premix vitamínico-mineral (*)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Análise Determinada</b>									
Extrato etéreo (%)	7,7	7,8	7,8	10,1	10,0	10,1	8,1	8,2	8,3
Ác. Linoléico (%)	0,47	0,49	0,49	3,52	3,43	3,68	2,08	2,08	2,07
<b>Análise Calculada</b>									
Energia metabolizável (kcal/kg)	2860	2860	2860	2850	2850	2850	2820	2820	2820
Proteína bruta (%)	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
Metionina (%)	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Metionina + cistina (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Cálcio (%)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Fósforo Total (%)	0,59	0,9	0,59	0,64	0,64	0,64	0,61	0,61	0,61
Fósforo Disponível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Fibra	3,34	3,34	3,34	3,84	3,84	3,84	3,57	3,57	3,57
Vitamina E (UI/kg)	38,1	138,1	238,1	33,9	133,9	233,9	35,9	135,9	235,9

(\*) Premix vitamínico-mineral fornece por tonelada de dieta vitamina A 8.000.000 UI, vitamina D<sub>3</sub> 2.500.000 UI, vitamina E 10.000 UI, vitamina K<sub>3</sub> 2.500 mg, vitamina B<sub>1</sub> 1.000 mg, vitamina B<sub>2</sub> 5.000 mg, vitamina B<sub>6</sub> 1500 mg, vitamina B<sub>12</sub> 12.000 mcg, ac. pantotênico 8.000 mg, ac. fólico 500 mg, ac. nicotínico 25.000 mg, selênio 150 mg

consumo de ração e conversão alimentar, por dúzia e por quilo de ovos produzidos, no período em questão. Para a determinação da qualidade externa dos ovos utilizou-se o método de Hamilton<sup>14</sup> com o intuito de analisar a densidade específica dos ovos, além da mensuração do peso e espessura da casca em 16 ovos por tratamento.

Para a determinação da concentração de alfa tocoferol na gema, utilizou-se método da AOCS Ce 8-89.<sup>15</sup> Posteriormente, as amostras foram injetadas no aparelho de cromatografia líquida de alta eficiência com um *loop* de vinte microlitros, tendo como fase móvel hexano e isopropanol (99,5:0,5) com fluxo de 1,2 ml por minuto.

Para a determinação dos ácidos graxos da gema, foi utilizado um grama de gema fresca e crua de acordo com Folch, Lees e Stanley<sup>16</sup> e Bligh e Dyer.<sup>17</sup> A saponificação do extrato lipídico e a extração dos ésteres de ácidos graxos, foi feita segundo Hartman e Lago.<sup>18</sup> 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. O nitrogênio foi utilizado como gás de arraste com uma vazão de 1,5 ml por minuto. O gás “make-up” foi o nitrogênio 30ml por minuto. A temperatura do injetor foi de 250°C e a do detector de 280°C.

Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, sendo empregados os procedimentos de análise de variância descritos por Snedecor e Cochran.<sup>19</sup> Utilizou-se, para tanto, dois critérios: fontes de ácidos graxos poliinsaturados (óleo de canola, linhaça moída e combinação) e teores de vitamina E suplementar na ração (0,100 e 200 UI/kg), em modelo fatorial 3 X 3, sendo o teste de Tukey aplicado para o contraste entre médias.

## Resultados e Discussão

A adição de 20% de linhaça à dieta das

aves, promoveu diminuição significativa no peso e produção dos ovos. As aves que receberam 10% de semente de linhaça e 3% de óleo de canola produziram menor quantidade de ovos que os grupos alimentados com dietas contendo somente 6% de óleo de canola (Tabela 2).

O decréscimo significativo no peso dos ovos das aves tratadas com 20% de linhaça moída observado no presente estudo está em concordância com Mori<sup>20</sup>, Caston, Squires e Leeson<sup>22</sup> e Scheideler e Froning<sup>21</sup> que denotaram redução significativa no peso dos ovos provenientes de aves submetidas a dietas contendo de 15 a 21% de linhaça inteira ou moída. Estes autores atribuíram esta redução à presença de fitoestrógenos na semente de linhaça, os quais poderiam alterar a regulação hormonal das aves. A adição de 10% de linhaça e 3% de óleo de canola na ração das aves não interferiu no peso dos ovos, resultados estes que corroboram os de Novak e Scheideler<sup>23</sup> que, ao adicionarem 10% de linhaça na dieta de galinhas poedeiras, não demonstraram redução significativa no peso dos ovos. Caston, Squires e Leeson<sup>22</sup>, por sua vez, observaram diminuição significativa deste parâmetro em aves que receberam 10% de semente de linhaça na dieta.

Quanto aos valores médios de postura das aves, a adição de semente de linhaça moída à ração, em teores de 20% ou 10%, determinou redução significativa nos índices de produção de ovos com relação ao grupo sem linhaça, concordando com Aymond e Van Elswyk<sup>24</sup> que reportaram diminuição do índice de postura de 80% para 55%, em aves alimentadas com 15% de linhaça. No entanto, nossos resultados discordam daqueles citados por Mori<sup>20</sup>, Jiang, Ahn e Sim<sup>25</sup>, Novak e Scheideler<sup>23</sup>, Caston, Squires e Leeson<sup>22</sup> e Qi e Sim<sup>26</sup>, que não observaram alteração significativa da postura em aves que receberam de 10% a 21% de semente de linhaça na ração.

O consumo de ração foi aumentado nos grupos que receberam somente linhaça ficando intermediário naqueles alimentados com a combinação linhaça-óleo de canola (Tabela 2). Tanto a espessura, quanto o peso

**Tabela 2**

Desempenho produtivo das aves, de acordo com os tratamentos, fontes e vitamina E suplementar - São Paulo, 2002

Constantes	Peso do ovo (g)	Postura (%)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Conversão alimentar kg de ração por	
				kg de ovos	dízia de ovos
<b>Tratamentos</b>					
CAN0	59,9 <sup>ab</sup>	79,8 <sup>a</sup>	96,7 <sup>ab</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>a</sup>
	±0,3	±1,1	±0,8	±0,01	±0,03
CAN1	61,4 <sup>a</sup>	77,6 <sup>a</sup>	94,8 <sup>b</sup>	1,55 <sup>b</sup>	1,48 <sup>a</sup>
	±0,5	±1,5	±1,1	±0,02	±0,03
CAN2	61,4 <sup>a</sup>	79,7 <sup>ab</sup>	100,2 <sup>ab</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>ab</sup>
	±0,4	±1,4	±1,2	±0,18	±0,03
LIN0	60,0 <sup>ab</sup>	64,6 <sup>c</sup>	102,2 <sup>ab</sup>	1,71 <sup>cd</sup>	2,01 <sup>c</sup>
	±0,3	±2,2	±1,1	±0,20	±0,81
LIN1	59,5 <sup>b</sup>	67,6 <sup>c</sup>	104,5 <sup>b</sup>	1,76 <sup>c</sup>	1,92 <sup>b</sup>
	±0,3	±1,7	±1,0	±0,10	±0,06
LIN2	59,5 <sup>b</sup>	64,6 <sup>c</sup>	100,7 <sup>ab</sup>	1,69 <sup>cd</sup>	1,95 <sup>cd</sup>
	±0,3	±1,8	±1,1	±0,02	±0,07
LC0	60,1 <sup>ab</sup>	69,3 <sup>bc</sup>	100,6 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>cd</sup>	1,82 <sup>bc</sup>
	±0,3	±2,0	±1,4	±0,02	±0,07
LC1	60,8 <sup>ab</sup>	72,2 <sup>abc</sup>	101,5 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>cd</sup>	1,76 <sup>cd</sup>
	±0,3	±1,9	±1,0	±0,02	±0,06
LC2	60,2 <sup>ab</sup>	72,7 <sup>ab</sup>	98,7 <sup>ab</sup>	1,65 <sup>cd</sup>	1,71 <sup>ab</sup>
	±0,4	±2,1	±1,2	±0,02	±0,07
<b>Fontes</b>					
CAN	60,9 <sup>a</sup>	79,0 <sup>a</sup>	97,3 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>
	±0,2	±0,8	±0,6	±0,01	±0,02
LIN	59,7 <sup>b</sup>	65,6 <sup>b</sup>	102,6 <sup>b</sup>	1,72 <sup>b</sup>	1,96 <sup>b</sup>
	±0,2	±1,1	±0,6	±0,01	±0,04
LC	60,3 <sup>a</sup>	71,4 <sup>a</sup>	100,2 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>
	±0,2	±1,1	±0,7	±0,01	±0,04
<b>Vitamina E</b>					
0 UI/kg	60,0 <sup>a</sup>	71,2 <sup>a</sup>	99,8 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>
	±0,2	±1,2	±0,7	±0,01	±0,04
100 UI/kg	60,5 <sup>a</sup>	72,5 <sup>a</sup>	100,4 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>
	±0,2	±1,0	±0,7	±0,01	±0,03
200 UI/kg	60,0 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	99,9 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>	1,73 <sup>a</sup>
	±0,2	±1,2	±0,7	±0,01	±0,04

\*Médias com letras distintas nas colunas, dentro de cada constante, denotam diferenças significativas (P≤0,05) pelo teste Tukey.

da casca dos ovos sofreram redução significativa ao adicionar-se semente de linhaça à ração, sendo esta diminuição mais acentuada nos tratamentos com 20% de semente, em comparação aos grupos que receberam 6% de óleo de canola (Tabela 3). Estes resultados concordam com Scheideler e Froning<sup>21</sup>, que observaram diminuição da porcentagem de casca ao fornecerem linhaça para as aves. No entanto, Mori<sup>20</sup>, Novak e Scheideler<sup>23</sup> e Qi e Sim<sup>26</sup> não assinalaram diferença significativa nos parâmetros de qualidade de casca dos ovos de aves que receberam diferentes concentrações de linhaça na dieta.

Os ovos das aves que receberam 100 UI de vitamina E por quilo de ração tiveram peso de casca (g) significativamente maior que aqueles provenientes do grupo não suplementado (Tabela 3). Tais resultados estão em desacordo com Galobart *et al.*<sup>27</sup> e Qi e Sim<sup>26</sup>, empregando dietas contendo entre 0 e 800 mg de vitamina E/kg e com Mori *et al.*<sup>28</sup> e Almeida<sup>29</sup> em grupos suplementados com 200, 400 e 600UI de vitamina E/kg de dieta, que não assinalaram diferenças significativas no peso da casca do ovo.

**Tabela 3**

Valores médios de gravidade específica, espessura e peso da casca e seus respectivos erros da média, de acordo com os tratamentos, fontes e teores de vitamina E na ração - São Paulo, 2002

Constantes	Gravidade específica	Espessura da casca (mm)	Peso da casca (%)	
			(g)	(%)
<b>Tratamentos</b>				
CAN0	1,081 <sup>a</sup>	0,567 <sup>ab</sup>	5,31 <sup>ab</sup>	8,82 <sup>ab</sup>
	±0,001	±0,010	±0,18	±0,26
CAN1	1,081 <sup>a</sup>	0,387 <sup>c</sup>	5,84 <sup>a</sup>	9,31 <sup>a</sup>
	±0,001	±0,006	±0,14	±0,16
CAN2	1,080 <sup>a</sup>	0,379 <sup>cd</sup>	5,89 <sup>a</sup>	9,37 <sup>a</sup>
	±0,002	±0,006	±0,14	±0,18
LIN0	1,077 <sup>a</sup>	0,342 <sup>d</sup>	4,98 <sup>b</sup>	8,20 <sup>b</sup>
	±0,001	±0,006	±0,09	±0,21
LIN1	1,122 <sup>b</sup>	0,347 <sup>cd</sup>	5,28 <sup>ab</sup>	8,69 <sup>ab</sup>
	±0,040	±0,007	±0,16	±0,31
LIN2	1,077 <sup>a</sup>	0,353 <sup>abc</sup>	5,03 <sup>b</sup>	8,35 <sup>ab</sup>
	±0,001	±0,008	±0,11	±0,22
LC0	1,078 <sup>a</sup>	0,347 <sup>cd</sup>	5,15 <sup>b</sup>	8,43 <sup>ab</sup>
	±0,001	±0,008	±0,18	±0,24
LC1	1,078 <sup>a</sup>	0,355 <sup>abc</sup>	5,28 <sup>ab</sup>	8,62 <sup>ab</sup>
	±0,001	±0,007	±0,12	±0,19
LC2	1,079 <sup>a</sup>	0,359 <sup>abc</sup>	5,37 <sup>ab</sup>	8,72 <sup>ab</sup>
	±0,002	±0,011	±0,21	±0,32
<b>Fontes</b>				
CAN	1,081 <sup>a</sup>	0,377 <sup>c</sup>	5,68 <sup>a</sup>	9,17 <sup>a</sup>
	±0,001	±0,005	±0,10	±0,12
LIN	1,092 <sup>a</sup>	0,348 <sup>cd</sup>	5,10 <sup>b</sup>	8,41 <sup>b</sup>
	±0,010	±0,004	±0,10	±0,14
LC	1,078 <sup>a</sup>	0,353 <sup>abc</sup>	5,27 <sup>ab</sup>	8,59 <sup>ab</sup>
	±0,001	±0,005	±0,07	±0,15
<b>Vitamina E</b>				
0 UI/kg	1,079 <sup>a</sup>	0,352 <sup>c</sup>	5,15 <sup>b</sup>	8,48 <sup>b</sup>
	±0,001	±0,005	±0,09	±0,14
100 UI/kg	1,094 <sup>a</sup>	0,363 <sup>c</sup>	5,47 <sup>b</sup>	8,87 <sup>b</sup>
	±0,010	±0,005	±0,09	±0,14
200 UI/kg	1,079 <sup>a</sup>	0,364 <sup>c</sup>	5,43 <sup>b</sup>	8,81 <sup>b</sup>
	±0,001	±0,005	±0,10	±0,15

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

Por outro lado, a incorporação de  $\alpha$ -tocoferol à gema dos ovos, foi diretamente proporcional à quantidade de vitamina E adicionada à dieta das aves (Tabela 4), demonstrando correlação positiva e significativa entre a concentração de vitamina oferecida e a incorporada à gema (Figura 1). Tais resultados estão de acordo com vários pesquisadores<sup>27,29,30,31,32,33,34,35,36,37</sup>, os quais demonstraram a incorporação significativa de  $\alpha$ -tocoferol na gema dos ovos de galinhas que receberam suplementação dietética de vitamina E.

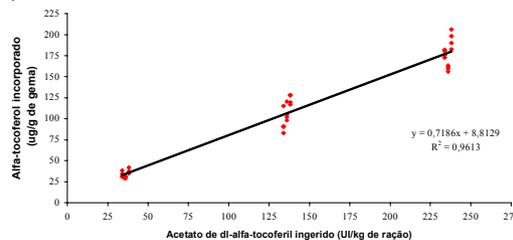
Almeida<sup>29</sup> assinalou relação linear entre a concentração de acetato de tocoferil suplementada na ração e o teor de alfa tocoferol incorporado na gema do ovo, encontrando para o grupo que recebeu 200UI de dl- $\alpha$ -tocoferil acetato na dieta, 298% de aumento em relação ao grupo não suplementado. De forma semelhante, Mori *et al.*<sup>28</sup> ao adicionar 200, 400 e 600 UI por quilo de ração denotaram deposição de 160,6 mg, 264,1 mg e 383,2 mg de vitamina E por grama de gema, respectivamente. As concentrações de vitamina E na gema, encontradas no presente estudo,

**Tabela 4**

Teores médios de  $\alpha$ -tocoferol e ácidos graxos na gema do ovo e seus respectivos erros da média, de acordo com os tratamentos, fontes e teores de vitamina E na ração - São Paulo, 2002

Constantes	$\alpha$ -Tocoferol na gema		Ácidos graxos na gema		
	$\mu\text{g/g}$	$\mu\text{g/gema}$	SAT (%)	MONO (%)	POLI (%)
<b>Tratamentos</b>					
CAN0	37,7 <sup>a</sup> ±1,5	591,1 <sup>a</sup> ±22,5	27,47 <sup>a</sup> ±0,54	52,57 <sup>a</sup> ±0,62	19,95 <sup>ad</sup> ±0,35
CAN1	123,1 <sup>b</sup> ±2,9	1894,6 <sup>b</sup> ±43,9	29,54 <sup>a</sup> ±0,59	51,99 <sup>ab</sup> ±0,61	18,47 <sup>a</sup> ±0,13
CAN2	194,3 <sup>c</sup> ±5,1	2908,1 <sup>c</sup> ±124,1	29,97 <sup>a</sup> ±0,39	51,57 <sup>abc</sup> ±0,75	18,46 <sup>a</sup> ±0,40
LIN0	33,8 <sup>a</sup> ±1,8	542,0 <sup>a</sup> ±18,8	29,76 <sup>a</sup> ±1,05	43,50 <sup>a</sup> ±0,93	27,74 <sup>a</sup> ±0,88
LIN1	94,8 <sup>b</sup> ±7,0	1488,9 <sup>a</sup> ±97,4	30,00 <sup>a</sup> ±0,76	43,43 <sup>a</sup> ±1,07	26,57 <sup>a</sup> ±0,95
LIN2	177,8 <sup>b</sup> ±2,1	2842,8 <sup>b</sup> ±45,0	29,23 <sup>a</sup> ±0,66	43,50 <sup>a</sup> ±0,68	27,26 <sup>a</sup> ±0,81
LC0	30,5 <sup>a</sup> ±0,6	482,0 <sup>a</sup> ±21,3	28,86 <sup>a</sup> ±0,35	47,76 <sup>ad</sup> ±0,71	23,37 <sup>b</sup> ±0,52
LC1	106,4 <sup>b</sup> ±4,9	1618,2 <sup>ab</sup> ±100,9	29,60 <sup>a</sup> ±0,44	47,34 <sup>abc</sup> ±1,23	23,06 <sup>b</sup> ±0,81
LC2	160,1 <sup>b</sup> ±1,6	2492,8 <sup>b</sup> ±40,1	29,51 <sup>a</sup> ±0,46	48,21 <sup>bcd</sup> ±0,63	22,27 <sup>bc</sup> ±0,47
<b>Fontes</b>					
CAN	118,4 <sup>a</sup> ±19,4	1797,9 <sup>a</sup> ±288,8	28,99 <sup>a</sup> ±0,42	52,04 <sup>a</sup> ±0,57	18,96 <sup>a</sup> ±0,27
LIN	102,2 <sup>b</sup> ±17,9	1624,6 <sup>b</sup> ±286,6	29,33 <sup>a</sup> ±0,46	43,48 <sup>a</sup> ±0,47	27,19 <sup>b</sup> ±0,88
LC	99,0 <sup>b</sup> ±16,1	1531,0 <sup>b</sup> ±250,4	29,32 <sup>a</sup> ±0,24	47,77 <sup>a</sup> ±0,48	22,90 <sup>b</sup> ±0,35
<b>Vitamina E</b>					
0 UI/kg	34,0 <sup>a</sup> ±1,1	538,4 <sup>a</sup> ±17,3	28,36 <sup>a</sup> ±0,42	47,94 <sup>a</sup> ±1,19	23,69 <sup>a</sup> ±1,01
100 UI/kg	108,1 <sup>b</sup> ±4,4	1667,2 <sup>b</sup> ±67,6	29,71 <sup>a</sup> ±0,32	47,58 <sup>a</sup> ±1,18	22,70 <sup>a</sup> ±1,07
200 UI/kg	177,4 <sup>b</sup> ±4,5	2747,9 <sup>b</sup> ±68,9	29,57 <sup>ab</sup> ±0,29	47,76 <sup>a</sup> ±1,06	21,67 <sup>a</sup> ±1,13

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



**Figura 1**  
Correlação entre a quantidade de vitamina E ingerida e a concentração de alfa-tocoferol incorporado à gema do ovo

apresentaram-se ligeiramente aumentadas em relação aos valores encontrados por Qi e Sim<sup>26</sup> onde a adição de 200mg de dl- $\alpha$ -tocoferil acetato por quilo de ração, promoveu deposição de 119 mg de  $\alpha$ -tocoferol por grama de gema. A redução na deposição de tocoferol na gema das aves que receberam 10% e 20% de linhaça, em comparação ao grupo submetido à dieta contendo 6% de óleo de canola, provavelmente se deve às maiores concentrações de poliinsaturados nas rações LC e LIN – 50% e 60%, respectivamente – em relação à CAN (35%). Estes resultados

concordam com Meluzzi et al.<sup>37</sup>, ao afirmarem que a presença de altas concentrações de ácidos graxos poliinsaturados na dieta, seria responsável pela redução de  $\alpha$ -tocoferol na gema dos ovos.

Foi observado na atual pesquisa, que os ácidos graxos saturados não sofreram alterações significativas entre os diferentes tratamentos (Tabela 4). Da mesma forma, tanto a adição de óleo de canola como a de semente de linhaça, não promoveram diferenças na concentração total destes ácidos na gema (Tabela 4). Tais resultados concordam com Aymond e Van Elswyk<sup>24</sup> e Mori<sup>20</sup> que, ao fornecerem 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. Pôde-se evidenciar que a incorporação de linhaça à dieta das galinhas reduziu, de forma significativa, os teores de monoinsaturados na gema, concordando com os estudos de Cherian e Sim<sup>38</sup> que, ao fornecerem 10% e 15% de semente de linhaça às aves, observaram diminuição significativa no conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente do oléico. Grobas *et al*<sup>9</sup> empregando 5% e 10% de óleo de linhaça, assinalaram redução dos ácidos monoinsaturados da gema. Por outro lado, Aymond e Van-Elswyk<sup>24</sup> não verificaram alteração dos teores de monoinsaturados na gema, ao adicionarem 5% e 15% de linhaça inteira ou moída à ração das aves. No presente experimento foi possível observar alterações significativas das concentrações de PUFAs totais na gema nos diversos tratamentos, em decorrência da inclusão de fontes ricas em ômega-3. Estes resultados concordam com experimentos anteriores onde dietas contendo elevados teores de PUFAs n-3 promoveram incorporação significativa de PUFAs totais nos ovos<sup>20,25,40</sup>.

**Agradecimentos**

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela

concessão de bolsa de mestrado e de financiamento (Proc. n° 00/14001-9), à Roche Vitaminas Brasil Ltda., pela cessão do acetato de tocoferil e à granja Saito, pelo fornecimento das aves utilizadas no presente estudo.

## Abstract

To investigate the effect of dietary sources of polyunsaturated fatty acids - canola oil (6%), flaxseed (20%) or the combination of both (3% canola oil and 10% flaxseed), and vitamin E supplementation (0,100 e 200 IU/kg of diet) upon the fatty acids and  $\alpha$ -tocopherol deposition into the eggs, 288 Babcock laying hens were used for a 11 week experimental period. Hens fed 20% flaxseed diet showed a significant reduction of egg weight, feed efficiency, egg production, eggshell thickness and eggshell weight. The inclusion of flaxseed in the diet increased the polyunsaturated fatty acids, depressed monounsaturated fatty acids incorporated into the egg yolk, and increased the ratio P/S (polyunsaturated:saturated fatty acids). Yolk  $\alpha$ -tocopherol concentration was proportional to its content in the diet ( $R^2=0.9613$ ). Birds fed diets with 6% of canola oil had greater  $\alpha$ -tocopherol deposition into the eggs.

**Key-words:**  
Vitamin E.  
Egg.  
Flaxseed.  
Canola.  
Yolk lipids.

## Referências

1. ANTI, M.; MARRA, G.; ARMELAO F. Effect of n-3 fatty acids on rectal mucosa cell proliferation in subjects at risk for colon cancer. **Gastroenterology**, p. 103-883, 1992.
2. BAKKEN, A. M.; FARSTAD, M.; HOLMSEN, H. Fatty acids platelets and plasma. Fish oils decrease sensitivity toward  $N_2$  microbubbles. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, p. 2669-2672, 1991.
3. HU, F. B.; the balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, v. 17, p. 741-742, 2001.
4. KREMER, J. M. et al. Fish-oil fatty acid supplementation in active rheumatoid arthritis. **Annals of Internal Medicine**, v. 106, p. 497-503, 1987.
5. McLENNAN, P. L. Relative effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on cardiac arrhythmias in rats. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, p. 207-212, 1993.
6. POWNALL, H. J. et al. Correlation of serum triglyceride and its reduction by w-3 fatty acids with lipid transfer activity and the neutral lipid compositions of high-density and low-density lipoproteins. **Atherosclerosis**, v. 143, p. 285-297, 1999.
7. SHAPIRO, J. A. et al. Diet and rheumatoid arthritis in women: a possible protective effect of fish consumption. **Epidemiology**, v. 7, p. 256-263, 1996.
8. TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, p. 21-32, 2001.
9. LIU, C. C. F. et al. Increase in plasma phospholipid docosahexanoic and eicosapentaenoic acids as a reflection of their intake and mode of administration. **Pediatrics Research**, v. 22, p. 292-296, 1987.
10. UAUY, R. P. et al. Role of essential fatty acids in the function of the developing nervous system. **Lipids**, v. 31, p. 167-176, 1996.
29. ALMEIDA, C. R. M. Influência da vitamina E alimentar no enriquecimento de ovos de galinha. Dissertação de Mestrado, 2001, p. 60.
11. MORAN JUNIOR, E. T. Fat modification of animal products for human consumption. **Animal Feed Science Technology**, v. 58, p. 91-99, 1996.
12. HALLIWELL, B. et al. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, p. 7-20, 1995.
13. NUTRITION RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington: **National Academy Press**, 1994. 155 p.
14. HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022-2039, 1982.
15. AOCS, Ce 8-89. Analysis of tocopherol in eggs by HPLC, method Omega Tech, Inc. (Method modified from AOCS ce 8-89 and lipid extraction techniques), April, 1998.
16. FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.
17. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.
18. HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-477, 1973.
19. SNEDECOR, G. M.; COCHRAN, W. G. Statistical methods 6<sup>th</sup> edition. **Iowa State University Press**, Ames I.A, 1967.
20. MORI, A. V. Utilização de óleo de peixe e linhaça na

- ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos. **Tese de Doutorado**, 2001.
21. 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. **Poultry Science**, v. 75, p. 1221-1226, 1996.
  22. CASTON, L.; SQUIRES, E. J.; LEESON S. Hen performance, egg quality, and the sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 74, p. 347-353, 1994.
  23. AYMOND W. M.; ELSWYK, M. E. V. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. **Poultry Science**, v. 74, p. 1388-1394, 1995.
  24. 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. **Poultry Science**, v. 70, p. 2467-2475, 1991.
  25. NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. E.; Long-term effects of feeding flaxseed-based diets. 1. Egg production parameters, components, and egg shell quality in two strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1480-1489, 2001.
  26. QI, G. H.; SIM, J. S. Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 46, p. 1920-1926, 1998.
  27. GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; GUARDIOLA, F. 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 and  $\alpha$ -tocopherol supplementation. **Poultry Science**, v. 80, p. 327-337, 2001.
  28. MORI, A. V. et al. Supplementing hen's diet with vitamin A and E affects egg yolk retinol and  $\alpha$ -tocopherols levels. **Journal of Applied Poultry Research**, Illinois, 2003. (no prelo)
  29. ALMEIDA, C. R. M. Influência da vitamina E alimentar no enriquecimento de ovos de galinha. Dissertação (Mestrado), 2001, 60 p.
  30. CHERIAN, G.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Feeding dietary oils with tocopherols: effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 15-18, 1996a.
  31. CHERIAN, G.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**, v. 75, p. 423-431, 1996b.
  32. GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; CORTINAS, L.; GUARDIOLA, F.  $\alpha$ -Tocoferol transfer efficiency and lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3-polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 1496-1505, 2001b.
  33. GALOBART, J.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; CODONY, R.; TERNES, W. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and  $\alpha$ -tocopherol acetate on lipid oxidation in eggs enriched with n-3 fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 1496-1505, 2001c.
  34. GROBAS, S.; MÉNDEZ J.; LOPEZ BOTE C.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk  $\alpha$ -tocopherol concentration. **Poultry Science**, v. 81, p. 376-381, 2002.
  35. HOSSAIN, S. M. et al. Influence of dietary vitamin E level on egg production of broiler breeders, and on the growth and immune response of progeny in comparison with the progeny from eggs injected with vitamin E. **Animal Feed Science and Technology**, v. 73, p. 307-317, 1998.
  36. JIANG, Z.; McGEACHIN, R. B.; BAILEY, C. A.  $\alpha$ -tocopherol, b-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. **Poultry Science**, v. 73, p. 1137-1143, 1994.
  37. MELUZZI, A. et al. Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. **Poultry Science**, v. 79, p. 539-545, 2000.
  38. CHERIAN, G.; SIM, J. S. Maternal dietary  $\alpha$ -linolenic acid (18:3 n-3) alters n-3 polyunsaturated fatty acid metabolism and liver enzyme activity in hatched chicks. **Poultry Science**, v. 80, p. 901-905, 2001.
  39. GROBAS, S.; MÉNDEZ J.; LÁZARO, R.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. 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. **Poultry Science**, v. 80, p. 1171-1179, 2001.
  40. NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in layer diets. **Poultry Science**, v. 68, p. 1485-1489, 1989.