

Composición lipídica de huevos de gallinas alimentadas con productos grasos y proteicos marinos

Carola García, Cecilia Albala

Unidad de Epidemiología Nutricional, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA),
Universidad de Chile, Santiago, Chile

RESUMEN. Con el propósito de determinar la influencia de la alimentación habitual de las gallinas en Chile -la que podría producir huevos comparables a los denominados "enriquecidos" en otros países- sobre la composición química de los huevos, se analizaron huevos de producción industrial, provenientes de gallinas alimentadas con harina de pescado y grasas marino-vegetales y huevos de gallinas alimentadas sólo con alimentos de origen vegetal, a modo de grupo control. Se determinaron los ácidos grasos de la yema y contenidos de colesterol, triglicéridos y fosfolípidos de los lípidos de la yema, además de la composición en macronutrientes. Los huevos de gallinas alimentadas con productos de origen marino contienen significativamente menos colesterol, más triglicéridos y menos fosfolípidos que aquellos provenientes de gallinas alimentadas sólo con productos de origen vegetal. Aún cuando no hubo diferencias en contenidos de ácidos grasos de la serie n-3 ($7,13 \pm 0,83$ para el grupo con productos marinos vs. $1,77 \pm 0,55$ g/100g, para el grupo con productos vegetales) y de la serie n-6 ($15,71 \pm 2,51$ para el grupo con productos marinos vs. $20,88 \pm 2,32$ g/100g, para grupo con productos vegetales). Estas observaciones sugieren que los huevos que habitualmente se producen en Chile, presentan características análogas a las de los huevos enriquecidos, las que permiten replantear su valor nutricional, especialmente en grupos poblacionales vulnerables.

Palabras clave: Huevos, composición química, colesterol.

SUMMARY. Lipid composition of shell eggs from hens fed marine protein and fat products. This study describes the composition of shell eggs produced by hens fed marine sources of feeds and eggs from hens fed only vegetable ingredients, as a control group. The nutritional characteristics of eggs, yolk fatty acids profile and their cholesterol, triglyceride and phospholipid contents, were determined. Hens fed marine feeds produced eggs with significantly less cholesterol and more triglycerides and phospholipids, than those produced by hens fed only vegetable feeds. Even though there were no significant differences between saturated, mono and polyunsaturated fatty acids, marine products significantly increased n-3 fatty acids ($7,13 \pm 0,83$ in marine fed hen's eggs vs. $1,77 \pm 0,55$ g/100g in vegetable fed hen's eggs) and n-6 fatty acids ($15,71 \pm 2$ in marine fed hen's eggs vs. $20,88 \pm 2,32$ g/100 in all vegetable fed hen's eggs). The eggs produced from hens fed marine products compares favorably with eggs known as "enriched" can have an important place in the diet especially for high risk population groups.

Key words: Eggs, chemical composition, cholesterol.

INTRODUCCION

El consumo de huevos en las sociedades occidentales ha decrecido en las últimas décadas, pese a la disminución que ha experimentado el precio real de éstos. El consumo per cápita estimado por la FAO (1) muestra que, excepto en algunos países africanos y asiáticos que históricamente han tenido niveles bajos de consumo, entre 1987 y 1992, éste ha disminuido en muchos países del mundo.

Una razón que ha sido sugerida para explicar este fenómeno, es el aumento de la conciencia de los consumidores respecto del contenido de colesterol de los huevos y sus efectos adversos sobre la salud, habiéndose llegado incluso a cuantificar la magnitud del peso de esta variable sobre el consumo de huevos, en cifras de entre 14 y 25% de este descenso (2-3). La información de la FAO (1) muestra que el consumo per cápita anual en los EEUU, disminuyó de 14,9 a 13,7 kg entre 1987 y 1992, mientras que en Chile éste sólo alcanzaba valores de 6,6 y 6,3 kg/

año en 1990 y 1992, respectivamente.

Pese a su contenido de colesterol, el huevo es un alimento ampliamente conocido, que contiene proteínas de calidad prácticamente "ideal" a un bajo precio, que puede ser producido bajo muchas condiciones de manejo doméstico e industrial y que presenta posibilidades culinarias fáciles y variadas. Un alimento con estas características, constituye una fuente de nutrientes valiosa y barata, especialmente para poblaciones pobres, cuyo consumo de proteínas de origen animal es usualmente bajo debido al alto precio relativo de las carnes y los productos lácteos. Es más, se puede hipotetizar que los fosfolípidos que contienen los huevos, podrían minimizar los efectos negativos del consumo de colesterol.

El costo de los alimentos de origen marino utilizados en alimentación animal en Chile y su disponibilidad, hacen que éstos sean una importante fuente de nutrientes en las dietas de las gallinas ponedoras y que, en consecuencia, más del 75% de las granjas avícolas empleen en sus esquemas alimentarios

harina de pescado como principal fuente de proteínas y lípidos marinos -o mezclas de grasas marinas y vegetales- como aportadores parciales de energía. La alimentación de las gallinas ponedoras con harina de pescado y mezclas de ácidos grasos de origen marino y vegetal, se plantea como una alternativa de modificación de la composición en ácidos grasos y colesterol de los lípidos de la yema de los huevos producidos por ellas.

La base proteica de las dietas para gallinas ponedoras en Chile, descansa fundamentalmente en harina de pescado de producción local, la que contiene aproximadamente 66-68% de proteína de alta calidad y 8 a 10% de grasa. Los principales componentes energéticos de estas dietas son el maíz, otros cereales y subproductos de molinería y fuentes de grasa (98% de lípidos) compuestas de proporciones variables de aceites marinos y vegetales, subproductos de la industria aceitera.

Recientemente, debido al olor que los productos de origen marino pueden traspasar a los huevos, se está empleando harina de soya en reemplazo de la harina de pescado, a un costo relativamente mayor, el que limita el uso de dichos huevos a la fabricación de alimentos manufacturados con alto valor agregado, del tipo galleta y otros productos de pastelería, altamente diferenciados.

Estudios relacionados con la composición de la yema y su posible modificación (4-13), han centrado su interés en el contenido de colesterol. Otros autores han estudiado el enriquecimiento de huevos con ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), mediante manipulaciones de las dietas de las gallinas: Nwokolo (14) incluyó cebada y semillas de canola; Jiang y cols. (7) trabajaron con dietas ricas en ácidos oleico, linoleico y linoléico; Hargis y cols. (6) usaron aceite de sábalo y Shafey y cols. (8) incorporaron trigo, triticale, centeno y aceite de soya; todos ellos señalan haber encontrado niveles altos de AGPI en los lípidos de la yema.

A base de esta información, puede proponerse como hipótesis que los huevos provenientes de gallinas alimentadas con productos de origen marino, presentarían perfiles de ácidos grasos ricos en AGPI, probablemente de la serie n-3, como un reflejo de los patrones alimentarios de éstas. De ser así, los huevos producidos bajo el esquema alimentario habitual en Chile, serían una fuente potencial de ácidos grasos con efectos benéficos sobre la salud, tal como ha sido establecido por Edington y cols. (15-16) Oh y cols. (17), Garwin y cols. (18), y Jiang y Sim (19), quienes trabajando con sujetos humanos, encontraron que el consumo de huevos enriquecidos en ácidos grasos n-3, produce efectos benéficos sobre el nivel plasmático de colesterol y otros indicadores de metabolismo lipídico.

Este estudio se realizó con el propósito de describir la composición química de los huevos y el perfil lipídico de la yema, específicamente en relación con el efecto del uso de fuentes marinas de proteína y grasa, bajo condiciones de producción comercial.

MATERIAL Y METODOS

Para satisfacer el objetivo del estudio, se analizaron muestras de huevos (blancos, de primer ciclo de postura) representativas de dos tipos de manejo industrial utilizados en Chile.

El manejo alimentario en la mayor parte de las granjas avícolas en el país, considera el uso de maíz, otros cereales, harina de pescado (HP) y mezclas de aceites marinos y vegetales, como ingredientes principales de las dietas de las gallinas ponedoras. Unas pocas granjas, reemplazan la HP con otras fuentes proteicas como soya, gluten de trigo, lupino o harina de langostinos, y no utilizan fuentes grasas como aportadores directos de energía. Consecuentemente, el principal aspecto considerado en este estudio, fue la inclusión de HP y mezcla de aceites marinos y vegetales (grupo 1, marino) y la total exclusión de estos ingredientes (grupo 2, vegetal) en las fórmulas de las gallinas productoras de los huevos analizados.

Cada grupo fue conformado por un número igual y representativo de huevos, provenientes de las principales granjas avícolas del país (300 huevos de cada una), las que producen una muy alta proporción de los huevos que se consumen en Chile.

En la Tabla 1 se entrega el promedio de incorporación de los principales ingredientes en las fórmulas alimenticias de las gallinas de las que provenían los huevos estudiados. Todas ellas contenían aditivos, convenientemente formulados de acuerdo a normas estándar (conchuela, minerales, vitaminas, etc).

TABLA 1
Principales ingredientes de las dietas de las gallinas ponedoras según patrón de alimentación (promedio, % de incorporación en las fórmulas alimenticias) *

Grupo N°	Patrón de alimentación	Maíz (%)	Harina de pescado (%)	Mezclas de grasas (%)	Harina de soya (%)
1	Productos marinos	56,7	9,4	2,5	11,8
2	Productos vegetales	64,6	-	-	18,1

* Corresponde al promedio de las granjas avícolas de las que provinieron los huevos analizados.

Se evaluó la composición química y el perfil de ácidos grasos de los lípidos de la yema, además de los contenidos de colesterol, triglicéridos y fosfolípidos.

La composición química se estableció por medio de Análisis Químico Proximal (20) y fue efectuada en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile. Las muestras fueron secadas al horno a 60°C hasta peso constante, para determinar su contenido de materia seca. La proteína se cuantificó por el método de Kjeldahl, después de una hidrólisis ácida. La grasa fue extraí-

da por éter en un extractor Goldfish. Las muestras se calcinaron en una mufla a 600°C, para determinar su contenido de cenizas. Los resultados se presentan expresados en base a 100% de materia seca.

La determinación de la composición de la grasa de la yema, se realizó después de haber sido extraídos los lípidos por el método de Folch (21) y consistió en la determinación de colesterol total, triglicéridos y fosfolípidos. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica de Lípidos del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile. El colesterol total y los fosfolípidos fueron determinados de acuerdo a las técnicas establecidas por Tercyak (22) y Rouser (23), respectivamente. En el caso de la determinación de colesterol, la técnica se validó empleando un patrón de referencia de huevo en polvo con 19,0±0,2 g/kg de colesterol (USDA, Standard Reference Material 1845, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Md 20899, U.S.A.). Los triglicéridos fueron cuantificados por el método enzimático GPO-PAP, utilizando un kit Wiener Lab.

El perfil de ácidos grasos de la yema, se determinó por cromatografía líquido gaseosa en el Laboratorio de Cromatografía del INTA. El proceso de separación de los ácidos grasos se efectuó luego de ser extraídos los lípidos por el método de Folch (21). Los ácidos grasos fueron esterificados con trifluoruro de boro en metanol al 14% antes de ser cuantificados en un cromatógrafo Hewlett Packard HP 5890 (serie 2, ionización de llama, columna capilar omega wax 250 de 30 mt), utilizando hidrógeno como portador. La composición en ácidos grasos se expresó como porcentaje del total de ácidos grasos presentes en el extracto lipídico de la yema.

Los resultados obtenidos, para todas las variables estudiadas, fueron sometidos a la prueba de t de Student para comparación entre promedios (24).

RESULTADOS

La Tabla 2, muestra la composición química (base seca) de los dos tipos de huevos estudiados. Cuando se compara el contenido de nutrientes -proteína total, grasa y cenizas- en base seca, no se observan efectos significativos del patrón de alimentación de las gallinas.

La Tabla 3 muestra el efecto del patrón alimentario de las gallinas sobre la composición de los lípidos de la yema de los huevos. El contenido de colesterol total de la yema es significativamente menor en los huevos provenientes de gallinas alimentadas con productos marinos ($p < 0,05$). Los contenidos de triglicéridos y fosfolípidos son significativamente inferiores cuando se emplean productos marinos ($p < 0,05$); el mayor contenido de fosfolípidos del grupo 2 puede ser atribuido a que -en promedio- las dietas de las gallinas de dicho grupo, contenían alrededor de 8% más harina de soya, alimento especialmente rico en fosfolípidos.

TABLA 2

Composición química de los huevos (promedio ± desviación estándar, g/100 g, base 100% materia seca) *

	Tipo de huevos según patrón de alimentación de las gallinas	
	Grupo 1 (marino)	Grupo 2 (vegetal)
Proteína total (g/100 g)	53,3 ± 0,8	55,4 ± 4,5
Extracto etéreo (g/100 g)	35,1 ± 2,1	34,0 ± 2,9
Cenizas (g/100 g)	3,5 ± 0,2	3,7 ± 0,3

TABLA 3

Composición general de los lípidos de la yema (promedio ± desviación estándar, g/100 g yema) *

	Tipo de huevos según patrón de alimentación de las gallinas	
	Grupo 1 (marino)	Grupo 2 (vegetal)
Colesterol total (g/100g yema)	0,92 ± 0,17 ^a	1,29 ± 0,12 ^b
Triglicéridos (g/100 g yema)	8,8 ± 0,8 ^a	11,6 ± 0,5 ^b
Fosfolípidos (g/100g yema)	3,9 ± 0,5 ^a	5,3 ± 0,2 ^b

* Los promedios con diferente superscripto difieren significativamente (prueba de t de Student; $p < 0,05$).

En la Tabla 4, se presenta el perfil de ácidos grasos de los lípidos de la yema; los ácidos grasos se presentan agrupados de acuerdo a su nivel de saturación. Separadamente, se presentan los niveles de ácidos grasos de las series n-3 y n-6 totales y de los ácidos eicosapentaenoico (EPA, C20:5, n-3) y docosahexaenoico (DHA, C22:6, n-3), por la importancia que éstos tienen en relación con los objetivos del estudio y con la nutrición humana (28,30).

TABLA 4

Perfil de ácidos grasos de los lípidos de la yema (promedio ± desviación estándar, g/100g) *

Acidos grasos	Tipo de huevos según patrón de alimentación de las gallinas (*)	
	Grupo 1 (marino)	Grupo 2 (vegetal)
Saturados	43,26 ± 1,11	43,80 ± 2,15
Monoinsaturados	31,67 ± 2,13	32,23 ± 1,08
Poliinsaturados	23,07 ± 1,82	22,98 ± 2,88
• Serie n-3, total	7,13 ± 0,83 ^a	1,77 ± 0,55 ^b
20:5 n-3 (EPA)	0,57 ± 0,25 ^a	0,33 ± 0,02 ^b
22:6 n-3 (DHA)	5,96 ± 0,59 ^a	1,40 ± 0,44 ^b
• Serie n-6, total	15,71 ± 2,51 ^a	20,88 ± 2,32 ^b

* Los promedios con diferente superscripto difieren significativamente (prueba de t de Student; $p < 0,05$).

Las proporciones de ácidos grasos saturados, mono y poliinsaturados de los dos tipos de huevos no difirieron

significativamente; sin embargo, cuando se comparan los contenidos de ácidos grasos de las series n-3 y n-6, se observa que con la incorporación de grasas de origen marino, aumenta significativamente la proporción de ácidos grasos de la serie n-3 y disminuye la de la serie n-6 ($p < 0,05$).

En relación con el contenido de EPA, éste es significativamente superior cuando las dietas de las gallinas incluyen productos de origen marino ($p < 0,05$). También el contenido de DHA es significativamente más alto cuando se incorpora este tipo de productos ($p < 0,05$).

DISCUSION

El consumo de huevos, como producto de la información masiva respecto de los efectos negativos del consumo de colesterol sobre la salud, ha disminuido notablemente. Entre otros autores, Putler (2) y Brown y Schrader (3), han modelado el efecto que la información acerca del consumo de colesterol ha ejercido sobre el consumo de huevos. Putler (2), concluyó que en los EEUU, un 14% del descenso en el consumo de huevos, entre 1969 y 1980, es atribuible a dicha información, mientras que Brown y Schrader (3), entregaron cifras de 16 a 25%, dependiendo del período considerado. Sin embargo, el bajo costo de este alimento y su excelente calidad proteica ameritan investigar más en profundidad opciones productivas que podrían modificar su composición.

La alimentación de las gallinas en los criaderos en Chile, se realizan de acuerdo a normas muy bien estandarizadas, lo que valida -en un estudio de tipo descriptivo como éste- el hacer comparaciones entre ellos, sin controlar de forma externa la variable alimentación de las gallinas. Por su parte, los patrones alimentarios de las gallinas permiten suponer que la calidad de los huevos producidos masivamente en Chile, es comparable con la de aquellos que, en otros países, son considerados como huevos "enriquecidos" y como tales se recomienda su consumo en forma menos restringida a la habitual.

Los valores observados para las variables de composición química analizadas en este estudio, son comparables con cifras obtenidas en el laboratorio donde se realizaron los análisis y con valores tabulares nacionales (25) y de otras fuentes (26).

Un aspecto destacable de los huevos provenientes de gallinas alimentadas con productos marinos, analizados en este estudio, es su bajo contenido de colesterol; es así como, si se estima el contenido de colesterol de un huevo del grupo 1 (marino), del tamaño y peso promedio de los analizados en este estudio (50 g y aproximadamente 15 g de yema), éste aporta cerca de 145 mg de colesterol, valor inferior al encontrado por otros autores (10,12-13), a los valores que entregan algunas tablas de composición de alimentos chilenas y extranjeras, lo que varían entre 200 y 300 mg por yema de peso semejante (26-27) y al de los huevos del grupo 2 (vegetal), en los que éste alcanza a 194 mg por yema de 15 g de peso. El

menor contenido de triglicéridos del grupo alimentado con productos marinos sugiere un efecto específico de la incorporación de estos productos marinos, fundamentalmente de la mezcla de ácidos grasos marino-vegetales y de la grasa de la HP, sobre la composición de los lípidos de la yema.

Cuando los valores de ácidos grasos saturados, mono y poliinsaturados totales de ambos grupos, se comparan con cifras de tablas nacionales (27) y extranjeras (28), se observa que el contenido de AGPI totales es superior, en desmedro del contenido de ácidos grasos saturados, hecho que puede atribuirse a la alta proporción de AGPI que caracteriza a las dietas de las gallinas ponedoras en Chile. Estos resultados, concuerdan con aquellos de Nwokolo y Sim (14), Jiang y cols. (7), Hargis y cols. (29) y Shafey y cols. (8), en el sentido que la incorporación de AGPI en las dietas de las gallinas, modifica el perfil de ácidos grasos de la yema del huevo, aumentando el contenido de AGPI, fundamentalmente aquellos de la serie n-3 cuando las gallinas son alimentadas con productos marinos y de la serie n-6 cuando son alimentadas con productos vegetales ricos en AGPI.

El aumento de la proporción de ácidos grasos de la serie n-3, en los huevos del grupo 1 (marino), es un reflejo de la composición en ácidos grasos de los alimentos incorporados a la dieta de las gallinas. Estos ácidos grasos, junto con los de la serie n-6, tienen gran importancia en la mantención de la estructura de las membranas celulares y como precursores de eicosanoides; estos últimos compuestos presentan funciones muy variadas y diversos efectos favorables sobre las células de los tejidos blandos, la agregación plaquetaria, la permeabilidad y contractilidad de los vasos sanguíneos y en los procesos inflamatorios y respuesta del sistema inmunológico (30).

Las recomendaciones recientes respecto de la cantidad y calidad de las grasas que deben ser consumidas (30), destacan la importancia de la ingesta de ácidos grasos esenciales de las series n-3 y n-6 por los adultos. En el caso de mujeres gestantes y lactantes, su ingestión es importante, dado que durante estas etapas fisiológicas se requiere de AGPI de cadena larga para el normal desarrollo de la placenta, el feto y el niño; existen numerosos estudios, realizados en animales y seres humanos, que destacan la importancia de la alimentación pre y postnatal sobre la composición de los lípidos cerebrales y el aprendizaje (31), que señalan que déficit específicos de ácidos grasos de la serie n-3 afectan la integridad neural (32), que el DHA es esencial en la alimentación de lactantes (33) y otros que enfatizan su importancia sobre la adquisición de habilidades visuales y de aprendizaje en los recién nacidos (34). Debido a su relación con menor riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares, su consumo también es deseable en el caso de adultos en general (35), sobre todo de aquellos que presentan algunos factores de aumento del riesgo de presentar estas patologías.

En relación con el contenido de ácidos grasos saturados y colesterol de las dietas para seres humanos, estas mismas recomendaciones (30,35), sugieren que su consumo debe ser

restringido; si, en adición al menor contenido de ellos en los huevos de gallinas alimentadas con productos de origen marino, se consideran los numerosos aspectos positivos que éstos presentan como alimentos, parece de interés el promover su consumo, hecho que se vería favorecido por las características que los huevos presentan en Chile. Estas observaciones son avaladas por numerosos estudios internacionales efectuados con huevos enriquecidos en AGPI y su efecto sobre el perfil lipídico de sujetos sanos y por un estudio efectuado por nosotros con huevos de gallinas alimentadas con HP y otras fuentes de grasas marinas, en el que no se observaron diferencias en los perfiles lipídicos de sujetos adultos sanos que consumieron cero, uno o dos huevos diarios durante seis semanas en adición a sus dietas habituales (36). Estas observaciones sugieren que los huevos que habitualmente se producen en Chile, presentan características análogas a las de los denominados como "enriquecidos", las que permiten replantear su valor nutricional, especialmente en grupos poblacionales vulnerables, tales como embarazadas, nodrizas, lactantes y niños en crecimiento y adultos en riesgo cardiovascular.

REFERENCIAS

1. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Balance Sheets, Agrostat Data Bank. 1994.
2. Putler DS. The effect of health information on shell egg consumption. Dep Agr an Resour Econ Work Pap N° 448, California Agr Exp Sta U.S.A. 1987.
3. Brown DJ an Schrader LF. Cholesterol information and shell egg consumption. American Journal of Agricultura Economics 1990; 72:548-555.
4. Waldroup PW, Ndiye LI, Hellwig HM, Hebert JA and Berrio L. Influence of probucol (4,4'-isopropylidene dithio)-bis (2,6-dit-butyl-phenol) on egg yolk cholesterol content and performance of laying hens. *Poult Sci*, 1986; 65(10):1949-1954.
5. Hargis PS. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl: a review. *W.P.S.A.J.* 1988; 44:17-29.
6. Hargis S, van Elswyck ME and Hargis BM. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. *Poult Sci*, 1991; 70(4):874-883.
7. Jiang Z, Ahn DU and Sim JS. Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid composition of yolk lipid classes. *Poult Sci*, 1991;70(12):2467-2475.
8. Shafey TM, Dingle JG and Mc. Donald MW. Comparison between wheat, triticale rye, soybean oil and strain of laying bird on the production and cholesterol and fatty acid contents of eggs. *Br Poult Sci*, 1992; 33(2):339-346.
9. Griffin HD. Manipulation of egg yolk cholesterol: a physiologists view. *W. P.S.A.J.* 1992; 48:101-112.
10. Elkin R, Rogler J, Lee H and Watkins B. Effect of B, B Tetramethyl-substitute hexadecanedionic acid on laying hen performance and egg yolk lipid composition. *Br Poult Sci*, 1992; 33:677-681.
11. Hall LM and McKay JC. Variation in egg yolk cholesterol concentration between breeds of the domestic fowl. *Br Poult Sci*, 1992; 33:941-946.
12. Beyer RS and Jensen L. Influence of orotic acid on performance, liver lipid content and egg cholesterol level of laying hens. *Poult Sci*, 1991; 70(11):2322-2328.
13. Beyer RS and Jensen LS. Reduced plasma cholesterol and lipoprotein in laying hens, without concomitant reduction of egg cholesterol in response to dietary sorbose. *Poult Sci*, 1993; 72(1):88-97.
14. Nwokolo E and Sim J. Barley and fullfat canola seed in layer diets. *Poult Sci*, 1989; 68(11):1485-1489.
15. Edington J, Geekie M, Carter R, Benfield L, Fisher K, Ball M and Mann J. Effect of dietary cholesterol on plasma cholesterol concentration in subjects following reduced fat, high fibre diet. *Br Med J Clin Res. Ed.* Feb 7, 1987; 294(6568):333-336.
16. Edington J, Geekie M, Carter R, Benfield L, Ball M and Mann J. Serum lipid response to dietary cholesterol in subjects fed a low fat, high fibre diet. *Am J Clin Nutr*, 1989; 50(1):58-62.
17. Oh Sy, Ryue J, Hsieh CH and Bell DE. Eggs enriched in omega-3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and blood pressure. *Am J Clin Nutr*, 1991; 54(4):689-695.
18. Garwin JL, Morgan JM, Stowell RL, Richardson MP, Walker MC and Capuzzi DM. Modified eggs are compatible with a diet that reduces serum cholesterol concentration in humans. *J Nutr*, 1992; 122:2153-2160.
19. Jiang Z and Sim JS. Consumption of n-3 polynsaturated fatty acid-enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. *Nutrition*, 1993; 9(6):513-518.
20. Official Methods of Analysis, Eggs and egg products. Chapter 34. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1997.
21. Folch J, Lees M and Stanley GSH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 1957; 226:497-509.
22. Tercyak AM. Determination of cholesterol and cholesterol esters. *J Nutr Biochem*, 1991; 2:281-292.
23. Rouser A. Quantitative analysis of phospholipids by thin layer chromatography and phosphorus analysis of spots. *Lipids*, 1966; 1:85-86.
24. Sokal RR and Rohlf FJ. Biometry. 2nd. de W.H. Freeman and Company, New York, 1981.
25. Schmidt-Hebbel H, Pennacioti I, Masson L y Mella MA. Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. Octava Edición. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 1990.
26. Stolpher Bloch A and Shils M. Editors. Nutrition Facts Manual: a quick reference. Williams and Wilkins, USA, 1996.
27. Mason L y Mell MA. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile, 1985.
28. Uauy R and Valenzuela A. Marine oils as a source of omega-3 fatty acids in the diet: how to optimize the health benefits. *Progress in Food and Nutrition Science* 16:199-243.
29. Hargis S and van Elswyck ME. Modifying yolk fatty acid composition to improve the health quality of shell eggs. *Poult Sci Dept, Texas University System. College Station Texas 77843*, 1992.
30. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations and WHO. World Health Organization. 1994. Fats and oils in human nutrition. Report of a joint expert consultation. Roma, 19-26, october 1993. FAO Food and Nutrition 57.
31. Galli C and Socini A. Dietary lipids in pre- and post- natal

- development. In Perkins EG and Wisek WJ (eds). Dietary Fats and health. Proceedings of American Oil Chemists Society Conference. Chicago, U.S.A. 1983; 16:278-301.
32. Budowsky P, Leighfield MJ and Crawford MA. Nutritional encephalomalacia in the chick: an exposure of the vulnerable period for cerebellar development and the possible need for both w-3 and w-6 fatty acids. *Brit J Nutr*, 1987; 58:511-520.
33. Uauy R, Birch E and Birch D. Visual and brain function measurements in study of n-3 fatty acid requirements of infants. *J Ped*, 1990; 120:s168-180.
34. Wheeler TG, Benolken RM and Anderson RE. Visual membranes: Specificity of fatty acid precursors for the electrical response to illumination. *Science*, 1975; 188:1312.
35. Pooling Project Research Group. Relationship of blood pressure, serum cholesterol, smoking habit, relative weight and ECG abnormalities incidence of major coronary events: final report of the Pooling Project. *Journal of Chronic Diseases*, 1978; 31(4):201-306.
36. Albala C, García C y Yáñez M. Influencia del consumo de huevos sobre el perfil lipídico en hombres adultos sanos. *Rev Chil Nutr*, 1996; 24(2):103-113.

Recibido: 28-08-1997

Aceptado: 15-01-1998