



Interciencia

ISSN: 0378-1844

interciencia@ivic.ve

Asociación Interciencia

Venezuela

Castro González, María Isabel
Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes
Interciencia, vol. 27, núm. 3, marzo, 2002, pp. 128-136
Asociación Interciencia
Caracas, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33906605>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3: BENEFICIOS Y FUENTES

MARÍA ISABEL CASTRO-GONZÁLEZ

La dieta de nuestros ancestros era mucho menor en grasa total (aprox. 21% de la energía) y grasa saturada (7-8% de energía) que la actual. Aquella contenía aproximadamente las mismas cantidades de ácidos grasos (AG) omega 6 (Ω -6) y omega 3 (Ω -3) y se cree que la proporción era de 1:1 ó 1:2. Las fuentes de los Ω -6 y de los Ω -3 eran plantas silvestres, animales y pescados. Con la llegada de la revolución industrial hubo un marcado cambio en la proporción Ω -6/ Ω -3 en la dieta; el consumo de Ω -6 se incrementó a expensas de los Ω -3. Este cambio fue un reflejo del advenimiento de la industria de aceites vegetales así como de un incremento en el uso de granos cerealeros para el ganado doméstico, aunado todo esto a un menor consumo de pescado (Simopoulos, 1999).

Esto ha dado como resultado que una dieta occidental común tenga un alto contenido de Ω -6 debido al uso indiscriminado de aceites vegetales (ricos en Ω -6) en sustitución de las grasas saturadas (cebo, manteca), para reducir las concentraciones de colesterol sérico, y debido a un bajo consumo de productos marinos; obteniéndose en la dieta una proporción Ω -6/ Ω -3 de 12:1. Ésto ha contribuido a incrementar el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y otros padecimientos de orden común (Simopoulos, 2000).

Durante los años 70 Bang y Dyerberg (Nelson, 2000) observaron que los esquimales de Groenlandia consumían una dieta muy alta en grasa proveniente de lobos marinos, ballenas y peces; sin embargo, en esta población la incidencia de enfermedades cardiovasculares y de cáncer, relacionadas generalmente con un consumo elevado de grasas, era muy baja. El tipo de grasa consumida por los esquimales contenía grandes cantidades del ácido eicosapentaenoico (EPA) y del docosahexaenoico (DHA) (ambos de la familia de los Ω -3). Poblaciones con un alto consumo de pescado, como los esquimales, japoneses, coreanos, taiwaneses, etc. no solo presentaban una tasa muy baja de infartos al miocardio sino también de otras afecciones como la hipertensión, artritis reumatoide, violencia y depresión, etc. Asimismo a partir de los años 80 se reconoció la importancia de los Ω -3 en la función visual y cerebral de los niños y adultos (Simopoulos, 1999).

A partir de estas observaciones se han realizado numerosas investigaciones clínicas y epidemiológicas que han evidenciado la esencialidad en el ser humano de los Ω -3, y particularmente la importancia del EPA y DHA en la prevención y manejo de diversas afecciones. El presente artículo es una revisión de la información que se ha generado en los últimos 10 años sobre los beneficios del

consumo de AG Ω -3 en el proceso salud-enfermedad, así como de las fuentes alimenticias de estos nutrimentos, que son consumidos actualmente por diferentes poblaciones. La recopilación de la información se realizó a través de medios electrónicos (MEDLINE, Internet, tablas de composición de alimentos), consultas directas de libros y revistas científicas.

Los Ácidos Grasos Ω -3 en la Salud

Entre los lípidos se incluyen grasas y aceites ordinarios, ceras y compuestos relacionados que se encuentran en los alimentos y en el cuerpo humano. En su mayor parte (95%) están compuestos por triacilglicéridos (TG) que contienen una molécula de glicerol (un alcohol) y tres ácidos grasos. Desde el punto de vista químico, los (AG) son cadenas rectas de hidrocarburos que terminan en un grupo carboxilo en un extremo y en un grupo metilo en el otro. La forma más común de clasificar a los AG es:

- 1) Por su grado de saturación se dividen en saturados e insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados).
- 2) Por la longitud de su cadena pueden ser clasificados como de cadena corta (4-6 carbonos), media (8-12 carbonos), larga (14-18 carbonos) o muy larga (20 o más carbonos).

PALABRAS CLAVE / Ácidos Grasos Ω -3 / Alimentos /

Recibido: 25/07/2001. Modificado: 23/01/2002. Aceptado: 14/02/2002

María Isabel Castro-González. **Bióloga, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestría en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional. Maestría en Producción Animal, UNAM. Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana. Investigador Titular, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Dirección: Dirección de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga # 15. Tlalpan 14000, México, D.F. México. e-mail: isacastr@quetzal.innsz.mx**

De acuerdo a la posición del primer doble enlace de la cadena, denominado *omega*, contando a partir del extremo metilo, existen tres familias de AG poliinsaturados Ω -3, Ω -6 y Ω -9. Algunos AG grasos se clasifican como "ácidos grasos esenciales" (AGE; Tabla I) porque no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano y además son necesarios para funciones vitales, éstos son los de las familias Ω -6 y Ω -3, conocidos comúnmente como omega 6 y omega 3 (FAO/OMS, 1997; Chow, 1992).

Efectos Benéficos de los AG Ω -3

Durante la gestación

Los AG Ω -3 son componentes estructurales del cerebro y de la retina durante el desarrollo del feto. Se ha estimado que aproximadamente 600mg de los AGE son transferidos de la madre al feto durante una gestación a término, en una madre sana. La dieta de la madre antes de la concepción es de gran importancia, ya que determina en parte el tipo de grasas que se acumularán en los tejidos del feto. La placenta transporta selectivamente ácidos araquidónico (AA) y docosahexaenoico (DHA) de la madre al feto. Esto produce un enriquecimiento de estos AG en los lípidos circulantes del feto, lo cual es vital durante el tercer trimestre de gestación, que es cuando el desarrollo del sistema nervioso es mayor. Se ha observado un incremento notable en el contenido de DHA en el tejido cerebral durante el tercer trimestre y después del nacimiento (Connor, 1996).

Algunos estudios sugieren que el consumo de pescado y el suplemento con aceite de pescado durante la gestación puede prolongarla, reduce la incidencia de partos prematuros e incrementa el peso al nacimiento. Como en los bebés la capacidad para convertir AGE a AG poliinsaturados es muy limitada, las madres gestantes deben tratar de ingerir niveles adecuados de Ω -3 para transferirlos a sus bebés (Connor *et al.*, 1996).

Durante el crecimiento

En niños amamantados o alimentados con fórmulas que contienen DHA se ha observado una mejor agudeza visual y una mejor capacidad para responder a la luz, lo cual está asociado con una mejor habilidad cognitiva para integrar información. Se ha observado en ellos un mejor coeficiente intelectual (Connor, 1996).

Hoy se sabe que los AG Ω -3 son esenciales para un crecimiento y

TABLA I
NOMENCLATURA DE LOS ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES

| Nombre común | Nombre sistemático | Abreviatura | Fórmula |
|---------------------------------------|--|------------------|-------------------|
| <i>Familia Ω-6:</i> | | | |
| Linoleico | Cis-9,12, -octadecadienoico (LA) | 18:2 Ω -6 | $C_{18}H_{32}O_2$ |
| γ - linolénico | Cis-6,9,12 -octadecatrienoico | 18:3 Ω -6 | $C_{18}H_{30}O_2$ |
| Dihomoglinolénico | Cis-8,11,14 -eicosatrienoico | 20:3 Ω -6 | $C_{20}H_{34}O_2$ |
| Araquidónico (AA) | Cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico | 20:4 Ω -6 | $C_{20}H_{32}O_2$ |
| Adrénico | Cis-7,10,13,16-docosatetraenoico | 22:4 Ω -6 | $C_{22}H_{36}O_2$ |
| Osmond | Cis-4,7,10,13,16-docosapentaenoico | 22:5 Ω -6 | $C_{22}H_{34}O_2$ |
| <i>Familia Ω-3:</i> | | | |
| α -linolénico | Cis-9,12,15-octadecatrienoico (ALA) | 18:3 Ω -3 | $C_{18}H_{30}O_2$ |
| Estearidónico | Cis-6,9,12,15-octadecatetraenoico | 18:4 Ω -3 | $C_{18}H_{28}O_2$ |
| Timnodónico | Cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico (EPA) | 20:5 Ω -3 | $C_{20}H_{30}O_2$ |
| Clupanodónico | Cis-7,10,13,16,19-docosapentaenoico (DPA) | 22:5 Ω -3 | $C_{22}H_{32}O_2$ |
| Cervónico | Cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico (DHA) | 22:6 Ω -3 | $C_{22}H_{32}O_2$ |

Fuente: Dupont, 1999.

desarrollo normal también juegan un papel muy importante en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades como las que a continuación se señalan.

Sobre el sistema cardiovascular

Los AG Ω -3 tienen efectos antitrombóticos y antiarrítmicos, aumentan el tiempo de sangrado evitando la adherencia de plaquetas en las arterias, previene la aterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea y reducen la concentración de TG en plasma, disminuyen el colesterol total y el VLDL-C (Simopoulos, 1999; Bruckner, 2000).

Sobre el sistema inmunológico como coadyuvantes en el tratamiento de SIDA

El virus de la inmunodeficiencia adquirida (VIA) es capaz de replicarse en muchas de las células humanas, como algunos linfocitos, monocitos/macrófagos y células gliales. Los monocitos/macrófagos son considerados un importante reservorio de VIA *in vivo* y producen citocinas como la Interleucina-1 (IL1) y factor de necrosis tumoral (FNT). Estas sustancias favorecen la replicación del virus e inducen secundariamente otras citocinas como la interleucina-6 (IL6) y al factor estimulante de los granulocitos. Estas citocinas son responsables de muchos de los aspectos clínicos de la enfermedad del SIDA, como el dolor de cabeza, fiebre, anorexia, sutiles cambios cognoscitivos, disfunciones motoras y caquexia. La estrategia en el tratamiento del SIDA implica la combinación de drogas

y sustancias que actúan sobre diferentes puntos de la replicación viral y en forma sinérgica, y los AG Ω -3 son considerados como candidatos por sus diversos efectos sobre los sistemas inmunológico y metabólico (Razzini y Baronzio, 1993).

En particular su habilidad para disminuir la producción de IL1 y FNT, lo que a su vez reduce la producción de las otras citocinas y de la IL6 lo que produce efectos benéficos sobre muchas de las manifestaciones clínicas del SIDA ya mencionadas. La revascularización presente en el sarcoma de Kaposi es debida a la regulación de un delicado equilibrio entre estimuladores e inhibidores de la angiogénesis. Los Ω -3 (EPA) son capaces de suprimir muchos de los factores responsables de la angiogénesis (FNT, IL1) y también tienen un efecto inhibitorio sobre la formación tubular de las células endoteliales vasculares (Razzini y Baronzio, 1993).

Sobre el sistema nervioso

1) Los AG Ω -3 son esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Se concentran en la retina y la corteza cerebral, y tienen la capacidad de corregir problemas visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia demostrada. Muchos aspectos de ubicación, ansiedad, habilidad en el aprendizaje, memoria, función retinal se ven favorecidos con el consumo de los AG Ω -3 (Hoffman, 2000).

2) Son precursores de compuestos hormonales como los prostanoideos (prostaglandinas y tromboxanos) que facilitan la transmisión de mensajes en el sistema nervioso central (Simopoulos, 1999).

3) Cuando existen niveles adecuados de DHA en el cerebro se mejora la actividad cerebral (Taconi *et al.*, 1997).

4) Dos terceras partes de los ácidos grasos de las membranas de los fotorreceptores de la retina son Ω -3, principalmente DHA (Hoffman, 2000).

5) Otra relación entre el DHA y la función cerebral ha sido hallada en el patrón de organización del sueño en los niños. Un bajo consumo de DHA resulta en menos ondas lentas de sueño, que sirven como un indicador de la maduración y desarrollo del SNC y del cerebro (Connor, 1996).

6) Los Ω -3 están relacionados con problemas de depresión y violencia. Se ha demostrado que el DHA dietario tiene efectos protectores contra un aumento en la hostilidad en estudiantes bajo condiciones de estrés (Hibbeln, 1997).

7) Bajas concentraciones de DHA son un indicador útil para predecir mayores problemas de conducta en niños a quienes se les ha diagnosticado el síndrome de déficit de atención con hiperactividad (TDAH). Estos problemas pueden ser un reflejo en parte de los problemas en la neurotransmisión serotoninérgica (Hibbeln y Salmen, 1995; Hibbeln, 1997).

Otras enfermedades sobre las cuales los ácidos grasos Ω -3 tienen efectos benéficos

Diabetes tipo 2, cáncer, colitis ulcerativa, enfermedad de Crohn, obstrucción pulmonar crónica, enfermedades renales, psoriasis, artritis reumatoide (Simopoulos *et al.*, 1991; Simopoulos, 1999; Connor, 1999; Harbige, 1998).

Fuentes de AG Ω -3 en la Dieta

Los datos sobre el contenido de grasas totales y AG en la composición química de los alimentos comunes, que se encuentran en las tablas de valor nutritivo o en artículos científicos, son altamente dependientes del método de extracción empleado en el análisis químico. Esto es porque el contenido de grasa puede contener no sólo los triacilglicéridos sino también otros compuestos solubles en los solventes empleados. Los AG en este extracto total pueden sobrestimarse y los datos de sus isómeros generalmente se pierden. Se necesitan datos mas reales, tanto cuantitativos como cualitativos, de estos AG para una óptima evaluación nutricional de las grasas en los alimentos y en las dietas (Hyvonen *et al.*, 1993; Zhang y Lee, 1997).

TABLE II
ACIDOS GRASOS Ω -3 EN ACEITES DE PESCADO (g/100g)¹

| Aceite de pescado | 20:5 Ω -3 | 22:6 n3 | Ω -3 total |
|--|------------------|---------|-------------------|
| Abadejo | 1,0 | 12,7 | 7,9 |
| Salmón | 1,0 | 8,8 | 11,1 |
| MaxEPA, concentrados de cuerpo de pez ² | 17,8 | 11,6 | |
| Arenque | 0,6-16 | 7,1-9 | 4,3 |
| Sardina | 16 | 10 | |
| Anchoveta | 11 | 10 | |
| Arenque | 5 | 6 | |
| Hígado bacalao | 0,7-11 | 9-12 | 9,5 |
| Hígado bacalao ³ (mg/cápsula) | 173 | 120 | |
| Cápsulas** (g/cápsula) ⁴ | | | 1,84 |

**cápsulas de aceite de pescado producidas por Pharma Nord Denmark ²

Fuentes: ¹Uauy y Valenzuela, 1992, ²Mahan y Escott, 1998, ³Kris-Etherton *et al.*, 2000, ⁴Deutch *et al.*, 2000

Las fuentes de AG Ω -3 predominantes en la mayoría de las dietas son los aceites vegetales y el pescado. A excepción de las dietas del Mediterráneo y las de los esquimales de Alaska y Canadá, cuyas fuentes principales de Ω -3 son los aceites de oliva y pescados y grasas de mamíferos marinos respectivamente. Los pescados son la mayor fuente de EPA y DHA, mientras que los aceites vegetales lo son del ácido α -linolénico (conocido como ALA). Otras fuentes de Ω -3 que contribuyen colectivamente en la dieta son algunas nueces y semillas, vegetales, yema de huevo, pollo y carne de rumiantes y cerdos (Ackman, 1992; Chow, 1992, Dupont, 1999; Kris-Etherton, *et al.*, 2000; Simopoulos, 1998).

Aceites de pescado

Los AG poliinsaturados Ω -3 de origen marino se forman en el cloroplasto de las plantas marinas, microalgas que forman parte del fitoplancton o macroalgas, que son consumidas por los peces, los cuales concentran EPA y DHA como triacilglicéridos, principalmente en el tejido adiposo y en la grasa del músculo y vísceras (Uauy y Valenzuela, 1992).

La variación en el contenido de AG Ω -3 de los alimentos marinos dependerá de la especie de pescado, el lugar y época de captura, así como del proceso industrial al que se someta. El contenido de lípidos en las partes comestibles de los alimentos marinos puede variar desde un poco menos de 0,5% hasta 25%. Desde este punto de vista, los animales marinos se pueden clasificar en cuatro grupos dependiendo de su conteni-

do lipídico: magros (<2% grasa) como mariscos, bacalao; bajos en grasa (2-4%) como mero; medio grasos (4-8%) como salmón; y altos en grasa (>8%) como sardinas, anchoveta, arenque.

El lugar y época de captura producen grandes cambios en el contenido de Ω -3 del aceite aún cuando se trate del mismo pescado. Conforme la temperatura del agua disminuye, aumenta el grado de insaturación de los AG en los tejidos para compensar la reducción de la fluidez de las membranas debida a la baja temperatura. Lo contrario ocurre en las regiones templadas, donde la temperatura del agua es mayor a 12°C, y el aceite obtenido después de procesar el pescado puede tener una reducción significativa del contenido de Ω -3. Las condiciones para la conservación del pescado después de la captura y el posterior proceso industrial determinan el contenido final de AG Ω -3 en el aceite (Aubourg *et al.*, 1996; Aro *et al.*, 2000; Refsgaard *et al.*, 2000).

Algunos peces, especialmente aquellos de carne roja u oscura, son muy buenas fuentes de EPA y DHA, pero se requieren grandes cantidades para proporcionar una dosis efectiva de Ω -3. El patrón de dieta de los esquimales y el amplio uso de complementos de aceite de pescado sugieren que los Ω -3 marinos son seguros. Dosis de 3-6g de EPA + DHA son seguros y efectivos en la mayoría de los usos clínicos (Uauy y Valenzuela, 1992). En la Tabla II se presenta la composición de ácidos grasos de aceites de pescado comerciales.

Algunos de los suplementos derivados de aceites marinos contienen 180mg de EPA y 120mg de DHA por cápsula.

sula. Los suplementos deben ser tomados con precaución debido a las elevadas cantidades de vitaminas A y D que contienen. Una fuente vegetal de DHA (100mg/cápsula) obtenido de algas está disponible ahora en el mercado estadounidense.

Pescados y mariscos

Los pescados y mariscos son sin duda la fuente más abundante de AG Ω -3, que están contenidos en cantidades significativas en aquellos de aguas frías. Una explicación para la alta variación en el consumo de Ω -3 es la variación en la cantidad de AG Ω -3 del pescado. Estas se deben a la dieta, localidad, etapa de maduración, sexo y tamaño del pescado, así como a la época y temperatura del agua, y a los métodos de enlatado y de preparación empleados. La composición lipídica será diferente en pescados provenientes de la acuicultura y de los de las pesquerías, ya que existen diferencias en los nutrimentos de sus dietas (Dupont, 1999).

Por otra parte, los mamíferos marinos, como ballenas, delfines y focas, no constituyen una fuente cotidiana de alimento excepto sólo para algunas comunidades.

El papel de los alimentos marinos en la dieta

Los alimentos marinos y los nutrimentos que proporcionan han tenido un papel crucial en la evolución del *Homo sapiens*, y se ha acumulado evidencia de que la relevancia de estos alimentos en la sociedad humana moderna es muy grande. La presencia de los alimentos marinos con cadenas de AG Ω -3 los hacen muy importantes en la nutrición humana. Expertos en la evolución de mamíferos han propuesto la hipótesis de que el desarrollo del cerebro en las diferentes especies de mamíferos depende en parte de los Ω -3 de la dieta que estos organismos hayan consumido a lo largo del tiempo (Rice, 1998). Así, aquellas especies con un buen acceso a los Ω -3, hipotéticamente, han desarrollado un cerebro y sistema nervioso más grande y complejo, el cual los habilitó para competir más eficientemente con otras especies menos desarrolladas. Las primeras civilizaciones de las que se tiene conocimiento se asentaron en lugares cercanos a cuerpos de agua, lo que proporcionó un rico abasto de AG Ω -3. Hay evidencias de que existe relación entre el DHA proveniente de la dieta y los niveles de DHA del cerebro (Rice, 1998).

En el ámbito mundial, el consumo de pescado ha disminuido desde los años 50 y los hábitos alimenticios han

TABLA III
ÁCIDOS GRASOS Ω -3 EN PESCADOS Y CRUSTÁCEOS CRUDOS
(g/100g PORCIÓN COMESTIBLE)

| | ALA | EPA | DHA | | ALA | EPA | DHA |
|------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-------|------|
| Abadejo | - | 0,1 | 0,4 | Lucio walleye | Tr | 0,1 | 0,2 |
| Alosa | - | Tr | Tr | Mantarraya Atlántico | - | 0,007 | 0,06 |
| Alosa muroají | 0,1 | 0,5 | 1,5 | Mantarraya del Sur | Tr | 0,01 | 0,08 |
| Anchoas europeas | - | 0,5 | 0,9 | Merluza | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Anguila europea | 0,7 | 0,1 | 0,1 | Mero o cherna | Tr | Tr | 0,3 |
| Arenque Atlántico | 0,1 | 0,7 | 0,9 | Mero rojo | - | Tr | 0,2 |
| Arenque Pacífico | 0,1 | 1,0 | 0,7 | Mujol o lisa | Tr | 0,5 | 0,6 |
| Arenque redondo | 0,1 | 0,4 | 0,8 | Mujol rayado | 0,1 | 0,3 | 0,2 |
| Atún Albacora | 0,2 | 0,3 | 1,0 | Mustela | - | 0,1 | 0,1 |
| Atún de aleta azul | - | 0,4 | 1,2 | Pampano de Florida | - | 0,2 | 0,4 |
| Atún | - | 0,1 | 0,4 | Papagayo canario | Tr | 0,2 | 0,3 |
| Atún skipjack | - | 0,1 | 0,3 | Papagayo | Tr | 0,2 | 0,3 |
| Bacalao Atlántico | Tr | 0,1 | 0,2 | Papagayo pardo | Tr | 0,3 | 0,4 |
| Bacalao Pacífico | Tr | 0,1 | 0,1 | Perca amarilla | Tr | 0,1 | 0,2 |
| Bagre café | 0,1 | 0,2 | 0,2 | Perca blanca | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Bagre de canal | Tr | 0,1 | 0,2 | Perca de océano | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Macarela Atlántico | 0,1 | 0,9 | 1,6 | Tambor negro | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Macarela equina | Tr | 0,3 | 0,3 | Tiburón picudo | Tr | ,01 | 0,07 |
| Macarela japonesa | 0,1 | 0,5 | 1,3 | Tiburón de aleta negra | Tr | ,02 | 0,06 |
| Macarela gorda | 0,3 | 0,9 | 1,0 | Tiburón | - | Tr | 0,5 |
| Macarela rey | - | 1,0 | 1,2 | Trucha arcoiris | 0,1 | 0,1 | 0,4 |
| Capelina | 0,1 | 0,6 | 0,5 | Trucha Artica | Tr | 0,1 | 0,5 |
| Carpa | 0,3 | 0,2 | 0,1 | Trucha de arena | Tr | 0,1 | 0,2 |
| Cazón | 0,1 | 0,7 | 1,2 | Trucha de arroyo | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Cisco | 0,1 | 0,1 | 0,3 | Trucha de lago | 0,4 | 0,5 | 1,1 |
| Eperlano arcoiris | 0,1 | 0,3 | 0,4 | Trucha manchada | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Eperlano estanque | - | 0,1 | 0,2 | | | | |
| Eperlano dulce | 0,3 | 0,2 | 0,1 | CRUSTÁCEOS | | | |
| Esturión común | 0,1 | 0,2 | 0,1 | Camarón bco. Atlántico | Tr | 0,2 | 0,2 |
| Esturión Atlántico | Tr | 1,0 | 0,5 | Camarón del norte | Tr | 0,3 | 0,2 |
| Fice Europeo | Tr | Tr | 0,1 | Camarón | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Huauchinango | Tr | Tr | 0,2 | Camarón kuruma | Tr | 0,3 | 0,2 |
| Hipogloso Groenlandia | Tr | 0,5 | 0,4 | Camarón pardo Atlántico | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Hipogloso Pacífico | 0,1 | 0,1 | 0,3 | Cangrejo azul (Jaiba) | Tr | 0,2 | 0,2 |
| Lenguado cola amarilla | Tr | 0,1 | 0,1 | Cangrejo Dúngenes | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Lenguado europeo | Tr | Tr | 0,1 | Cangrejo reina | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Lenguado | Tr | 0,1 | 0,1 | Cangrejo de Alaska | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Lobina de agua dulce | Tr | 0,1 | 0,2 | Langosta sureña | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Lobina japonesa | Tr | 0,1 | 0,3 | Langosta del Caribe | Tr | 0,2 | 0,1 |
| Lobina rayada | Tr | 0,2 | 0,6 | Langosta Europea | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Lucio septentrional | Tr | Tr | 0,1 | Langosta septentrional | Tr | 0,1 | 0,1 |

Tr = trazas (menos de 0,05 g por 100 de alimento)

Fuentes: Mahan y Escott 1998; Chow 1992; Nettleton 1991; Lytle y Lytle, 1994; Rice, 1998; Romero et al., 2000.

cambiado, favoreciendo el consumo de pescado blanco bajo en grasas sobre los pescados grasos. Por ello, el consumo de AG Ω -3 proveniente del pescado ha disminuido. Esto podría no ser importante, dado que los humanos tienen la capacidad de convertir el ALA que se encuentra en los vegetales verdes y ciertos aceites vegetales en EPA y DHA, pero este proceso de conversión no es muy eficiente y está sujeto a una inhibición competitiva por parte de los ácidos grasos Ω -6 (Rice, 1998).

En un período evolutivo se estimó un consumo de Ω -3 y Ω -6 con una relación 1:1. En tal situación, no es

irracional esperar que el ALA pudo ser convertido a EPA y DHA. Las dietas modernas proporcionan 7, 8 o 10 veces más Ω -6 que Ω -3 y a estos niveles es concebible que la conversión del ALA no ocurre a un nivel adecuado. Así, el abasto de DHA disponible para mantener los niveles del cerebro puede ser inadecuado, contribuyendo a incrementar la prevalencia de problemas de comportamiento como esquizofrenia y extra-agresión (Hibbeln y Salem, 1995; Hibbeln, 1997; Dupont, 1999).

En las Tablas III, IV y V se presentan el contenido de AG Ω -3

TABLA IV
ÁCIDOS GRASOS Ω-3
EN MOLUSCOS (g/100g)

| MOLUSCOS | ALA | EPA | DHA |
|----------------------------|-----|-----|-----|
| Almeja de concha blanda | Tr | 0,2 | 0,2 |
| Almeja de cuello angosto | Tr | Tr | Tr |
| Almeja de surf | Tr | 0,1 | 0,1 |
| Almeja japonesa | - | 0,1 | 0,1 |
| Almeja de concha dura | Tr | Tr | Tr |
| Almeja de río | - | Tr | Tr |
| Calamar de aleta corta | Tr | 0,2 | 0,4 |
| Calamar del Atlántico | Tr | 0,1 | 0,3 |
| Caracola | Tr | 0,6 | 0,4 |
| Litorina caracolillo común | 0,2 | 0,5 | Tr |
| Mejillón azul | Tr | 0,2 | 0,3 |
| Mejillón del Mediterráneo | - | 0,1 | 0,1 |
| Ostión del Pacífico | Tr | 0,4 | 0,2 |
| Ostión europeo | 0,1 | 0,3 | 0,2 |
| Ostra oriental | Tr | 0,2 | 0,2 |
| Pulpo común | - | 0,1 | 0,1 |
| Venera calico | Tr | 0,1 | 0,1 |

Fuentes: Mahan y Escott 1998; Chow 1992; Nettleton, 1991.
Tr = trazas (menos de 0,05 g por 100 de alimento)

TABLA V
ÁCIDOS GRASOS Ω-3 EN ALGUNOS MAMÍFEROS MARINOS

| Fuente | EPA | DHA | 24:4 Ω-3 | 24:5 Ω-3 | 24:6 Ω-3 |
|-------------------------------|--------------------|-----|----------|----------|----------|
| Delfín* g/100g | <0,05 | 0,1 | - | - | - |
| Ringed seal ** | - | - | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1 |
| Cápsulas de Aceite de foca*** | W-3=1,19 g/cápsula | | | | |

* g/100g
** % del total de ácidos grasos.
*** Producto natural canadiense de grasa de focas jóvenes.
Fuentes: Manhan y Escott 1998; Deutch *et al.*, 2000; Käkela *et al.*, 1995.

en pescados y crustáceos, moluscos y mamíferos marinos.

Vegetales y aceites vegetales

El consumo de vegetales frescos o congelados *per capita* ha aumentado considerablemente desde hace tres décadas. El consumo de vegetales frescos se incrementó un 40% (de 64,1 a 89,8lb) y el de vegetales congelados, más de 32% (de 13,5 a 17,9 lb). El análisis y evaluación de los lípidos y ácidos grasos vegetales está influenciado por las condiciones de producción, el cultivo, madurez, época, prácticas culturales, procesos, empaque, almacenamiento, procesos analíticos y parte del vegetal analizado (Chow, 1992; Liu y Brown, 1996; Steinke *et al.*, 2001).

Las plantas (Tabla VI) son buenas fuentes de ácidos grasos esen-

ciales. Muchas de las plantas terrestres contienen básicamente ácido gama linoléico (Ω-6) y ALA (Ω-3)

La verdolaga (*Portulaca oleracea*) es uno de los vegetales que se consumen intensamente en sopas y ensaladas en Grecia, Islas Griegas, Líbano y otras partes del Mediterráneo, donde la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cáncer es baja. Esta planta es la fuente vegetal terrestre más rica en AG Ω-3 examinada hasta ahora, y es la única planta terrestre que contiene ALA Ω-3 + EPA Ω-3 (Simopoulos, 1989; Simopoulos, 1986).

El mesocarpo o pulpa de las frutas contiene generalmente muy poca cantidad de material lipídico (0,1-1%) y por lo tanto no constituye una fuente importante de grasa o aceite comestible o industrial. Las pocas excepciones son el aguacate, la palma y el olivo.

Los árboles de nueces son una de las fuentes más viejas de alimento tanto para los humanos como para los animales. Actualmente, la producción mundial es de 1 millón de tone-

TABLA VI
CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS Ω-3 EN VEGETALES

| | ALA | EPA | DHA |
|------------------------|-------|------|-------|
| VEGETALES | | | |
| Mg/g BH | | | |
| Verdolaga | 4,05 | 0,01 | |
| Espinaca | 0,89 | | |
| Lechuga | 0,26 | | 0,001 |
| Lechuga roja | 0,31 | | 0,002 |
| Mostaza | 0,48 | | 0,001 |
| Hojas de cacahuate | 49,0 | | 2,2 |
| g/100g | | | |
| Quinoa | 8,35 | | |
| Germinado de frijol | 0,3 | | |
| Brócoli | 0,1 | | |
| Coliflor | 0,1 | | |
| Rábano | 0,7 | | |
| Espirulina | 0,8 | | |
| Soya cruda | 3,2 | | |
| Espinaca | 0,1 | | |
| Soya cocida | 2,1 | | |
| NUECES Y SEMILLAS | | | |
| Almendras | 0,4 | | |
| Nuez de haya | 1,7 | | |
| Nuez mantequilla | 8,7 | | |
| Chía | 3,9 | | |
| Lino | 22,8 | | |
| Hickory | 1,0 | | |
| Cacahuate | 0,003 | | |
| Pecana | 0,7 | | |
| Nuez de Nogal | 6,8 | | |
| LEGUMBRES | | | |
| g/100g | | | |
| Frijoles secos | 0,6 | | |
| Garbanzo | 0,1 | | |
| Chícharos de vaca | 0,3 | | |
| Lentejas | 0,1 | | |
| Frijol lima | 0,2 | | |
| Chícharo | 0,2 | | |
| Soya | 1,6 | | |
| GRANOS | | | |
| Cebada,salv. | 0,3 | | |
| Maíz, germ. | 0,3 | | |
| Avena, germ. | 1,4 | | |
| Arroz, salv. | 0,2 | | |
| Trigo, salv. | 0,2 | | |
| Trigo, germ. | 0,7 | | |
| FRUTAS | | | |
| Aguacate de California | 0,1 | | |
| Frambuesa | 0,1 | | |
| Fresa | 0,1 | | |

salv. = salvado
germ. = germinado
Fuentes: Almazán y Adeyeye, 1998; Kris-Etherton, *et al.*, 2000; Nettleton, 1991; Parcerisa *et al.*, 1997; Simopoulos, 1986, Wood *et al.*, 1993.

Aceites vegetales

Las grasas y aceites vegetales se obtienen generalmente de las

semillas o la capa externa de los frutos (Tabla VII). El porcentaje de este aceite de reserva varía considerablemente, desde 5% en cereales hasta 68% en el coco. Los AG de los aceites de las semillas varía enormemente (Chow, 1992). En los vegetales y por lo tanto en los aceites vegetales, factores como el tipo de cultivo, región agrícola y condiciones climáticas tienen una marcada influencia sobre el contenido de ALA. El contenido de éste AG en las plantas varía por época y región.

Como se mencionó, las poblaciones Mediterráneas consumen grandes cantidades de verdolaga, pero también su dieta es rica en aceite de oliva (rico en ácido oleico, que ayuda en la formación de ácidos Ω -3), vegetales y pescado. Se ha informado que el consumo de pescado y aceite de oliva a lo largo de la vida de estas poblaciones puede proporcionar efectos protectores independientes sobre el desarrollo de numerosas enfermedades (Linos *et al.*, 1999).

Productos enriquecidos con ácidos grasos Ω -3

Con base en el conocimiento de los efectos de la dieta sobre la cantidad de AG Ω -3 en los productos animales, muchos investigadores manipulan la alimentación animal para incrementar el contenido de Ω -3 en el huevo, leche y carne. Los alimentos de origen animal enriquecidos con algas, harinas de pescado o aceites de pescado incrementan las concentraciones de EPA y DHA en los tejidos (por ej. músculo y yema de huevo). Al alimentar animales con dietas ricas en lino o aceite de lino, que son buenas fuentes de ALA, se obtiene como resultado un incremento de éste AG en los huevos, leche, carnes de cerdo, pollo y res. Los mayores obstáculos para esta tecnología es la tendencia de los AG a oxidarse, produciendo sabores desagradables en los productos, así como el gasto de añadir fuentes de Ω -3 y antioxidantes (Kris-Etherton *et al.*, 2000).

Las prácticas de producción animal, particularmente la composición de los nutrimentos de la dieta, pueden cambiar el perfil de los ácidos grasos de la carne, la leche y los huevos. Por ejemplo, en el músculo y tejido adiposo de un cerdo silvestre y uno doméstico, el ácido linoleico comprende 32% y 10% del total de AG, respectivamente; y el ácido araquidónico comprende 8,5% y 0,4%, respectivamente.

Existen muchos productos en el mercado (alimentos funcionales) que han sido enriquecidos con AG Ω -3. Tal es el caso de huevo, aceites, productos de panadería, leche, fórmulas infantiles,

mayonesas, margarinas y aderezos, carne y productos avícolas, pescados cultivados.

Huevo. De los productos animales enriquecidos con AG Ω -3, los huevos son los más comúnmente disponibles en el mercado. La compañía Eggländ's Best, Inc. (EEUU) comercializa huevos de calidad *premium* bajo el nombre de Eggländ's Best (EB). Estos huevos tienen 7 veces el nivel genérico de vitamina E, cerca de 3 veces más de AG Ω -3 y yodo, y 25% menos de grasa saturadas en comparación con un huevo regular. Estudios clínicos indicaron que la gente que consume 12 huevos EB por semana, como parte de una dieta baja en grasa, no incrementa su nivel de colesterol (Michella y Slaugh, 2000; Lewis *et al.*, 2000).

Por otro lado, las dietas de las aves son enriquecidas con harinas de pescado, lino y DHA de algas (Nitsan *et al.*, 1999; Omega Protein, 1999; Lewis *et al.*, 2000). Estos huevos (también conocidos como huevos griegos) tienen una relación Ω -6/ Ω -3 baja y elevadas concentraciones de EPA, DPA y DHA. Su contenido total de Ω -3 es de 17,87mg/g, mientras que un huevo comercial de los Estados Unidos tiene sólo 1,74mg/g. Por otra par-

te, una cápsula de aceite de pescado tiene 300mg. La relación Ω -6/ Ω -3 en el huevo griego es de 1,3 y en el comercial es de 19,4 (Simopoulos, 1989).

Un estudio realizado en Argentina sobre la composición de AG en huevos comerciales sin enriquecer reporta un contenido ALA de 0,07g/100g de porción comestible en huevo de gallina, y de 0,01g/100g en huevo de codorniz (Closa *et al.*, 1999). Otro estudio informa, en yema de huevo, una concentración de ALA de 0,16-0,17%, y de DHA de 0,27-0,28% (Park y Goins, 1994).

Aceites. Los avances tecnológicos para el aceite refinado han hecho posible que el aceite de pescado pueda incorporarse en los aceites vegetales que se emplean en la preparación de una amplia variedad de alimentos, incluyendo el pescado enlatado (atún, sardina, salmón). Sin embargo, los alimentos enriquecidos con elevadas cantidades de EPA y DHA a veces imparten aroma y sabor a pescado. Esto hace que estos productos sean susceptibles de oxidación, por lo que actualmente se realizan numerosos esfuerzos para estabilizar la oxidación durante el procesamiento, cocinado y almacenaje de los mismos.

Productos de panadería.

La harina de lino y los aceites de pescado encapsulados son empleados en productos de panadería. El enriquecimiento de casi todos los alimentos con AG Ω -3 es posible por microencapsulación: pan, cereales, pasta, bisquets y galletas, pasteles, harinas para panadería, frutas en barra, polvos dietéticos, jugos de frutas y formulas infantiles.

Fórmulas infantiles. La leche humana contiene AA, DHA y EPA, mientras que esto no ocurre en las fórmulas infantiles basadas en la leche de vaca. En Europa (Park y Goins, 1994), éstas fórmulas son ahora enriquecidas con AA y DHA provenientes de varias fuentes. Los valores de ALA reportados para dos marcas comerciales en los EEUU fueron: Enfamil (Mead Johnson) 1,65% y Similac (Ross Lab.) 4,91-4,96% (Park y Goins, 1994). En algunos países de Latinoamérica (Argentina, Brasil y Venezuela), ya existe leche enriquecida (marca Parmalat). Tanto aceites como harinas enriquecidas con EPA o DHA (producidas por microencapsulación) están disponibles para la nutrición infantil (Kris. Atherton *et al.*, 2000).

Leche. Algunas investigaciones muestran resultados prometedores al incrementar el DHA en la leche de vaca. La composición de los lípidos de la leche es muy variable y depende de la composición de los lípidos y de las proporciones relativas de lípidos e hidratos de carbono en la dieta.

TABLA VII
CONTENIDO DE ALA EN ACEITES
VEGETALES (g/100g)

| Fuente | ALA (18:3 Ω -3) |
|-----------------------|------------------------|
| Aceite linaza | 53,3 |
| Aguacate | 0,96 |
| Ajonjolí | 0,3 |
| Algodón, semilla | 0,2 |
| Arroz integral | 1,6 |
| Avena | 1,79 |
| Canola | 9,3-12,0 |
| Cártamo | 0,4 |
| Coco | 0,22 |
| Cocoa, mantequilla | 0,1 |
| Colza | 10,9 |
| Girasol | 0,09-0,19 |
| Grosella blanca sem | 19-20 |
| Grosella negra sem | 12-14 |
| Grosella roja semilla | 29-31 |
| Maíz | 0,7-2,1 |
| Mostaza | 5,9 |
| Nuez | 10,4 |
| Oliva | 0,54-0,6 |
| Palma | 0,2 |
| Soya | 6,8-7,3 |
| Soya hidrogenada | 2,6 |
| Soya lecitina | 5,1 |
| Tomate semilla | 2,3 |
| Trigo | 6,9 |
| Uva, semilla | 0,1 |

Fuentes: Wood *et al.*, 1993; Hyvönen *et al.*, 1993, Mahan y Escott-Stump, 1998; Nettleton, 1991.

TABLA VIII
 ÁCIDOS GRASOS Ω -3 EN LECHE HUMANA Y DE BOVINO (%BH)

| Ácido graso Ω -3 | Leche humana | | Leche bovina |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| | Dieta occidental | Dieta nigeriana | |
| α -Linolénico (18:3) | 0,69 y 0,66-0,73* | 1,41 | 0,3-0,46** |
| EPA (20:5) | 0,05 | 0,48 | 0,08 |
| DPA (22:5) | 0,07 | 0,39 | ND |
| DHA (22:6) | 0,23 | 0,93 | 0,09 |

Vacas alimentadas con aceite de girasol rico en ac. oleico. ND = no disponible
 Fuentes: Neville y Picciano 1997; *Park y Goins 1994; **Aigster *et al.*, 2000.

Cambios en la composición de AG de la dieta se demuestran por el incremento en la proporción de AG poliinsaturados en la leche de mujeres americanas: desde cerca de 8% en 1959, cuando las grasas animales eran la principal fuente de grasa para cocinar, hasta cerca de 16% en 1977, cuando el aceite de maíz sustituyó por mucho a estas grasas en la cocina (Neville y Picciano, 1997).

En un ejemplo de cruce cultural, las mujeres de Nigeria, quienes consumen grandes cantidades de pescado, tuvieron una proporción mucho mayor de AG de las series Ω -3 que las mujeres europeas (Neville y Picciano, 1997). Las alteraciones en la composición de AG en la leche ocurren rápidamente cuando un cambio de la composición lipídica de la dieta se ha dado, con ajustes de 24 hr.

Un factor materno que puede alterar el contenido lipídico de la leche de la mujer es el contenido de grasa corporal. Los lípidos de la leche o la densidad calórica fueron inversamente relacionada a la grasa corporal materna, particularmente en mujeres con poca leche (Neville y Picciano, 1997). Se desconoce el mecanismo de este efecto, pero se especula que está relacionado con la capacidad disminuida para movilizar los lípidos almacenados durante la etapa de ayuno.

La concentración de DHA en la leche materna puede aumentarse a través del consumo materno de pescado y aceites de pescado, pero los niveles de EPA no varían mucho (Dupont, 1999).

Otros productos lácteos que han sido enriquecidos también con AG Ω -3 son los diferentes tipos de quesos (Inocente *et al.*, 2000).

Mayonesas, margarinas y aderezos para ensalada. Aceites de pescado hidrogenados y aceites de canola se emplean en la preparación de estos alimentos, lo cual enriquece su contenido de AG Ω -3.

Carnes y productos cárnicos

Está bien establecido que la composición de AG en los tejidos de los no rumiantes, especialmente tejido adiposo, tiende a reflejar la composición de su dieta, mientras que la composición de AG de los tejidos de los rumiantes está menos afectada por la composición de los lípidos de la dieta. En los rumiantes la acción microbiana del rumen determina en gran proporción el tipo de AG disponibles para el animal (Cobos *et al.*, 1994; Park y Goins 1994; Araujo y Martín, 1997; De Vizcarrondo y Martín, 1997; Araujo *et al.*, 1998; De Vizcarrondo *et al.*, 1998; Duckett y Wagner, 1998; Mahan y Escott 1998).

Aunque la carne de puerco y otras carnes proporcionan cantidades significativas de muchos nutrientes valiosos para la dieta humana también son una fuente de grasa y colesterol. Durante los pasados 50 años los productores de cerdos han reducido la cantidad de grasa en los cerdos, contribuyendo a crear productos de cerdo bajos en grasa. Los resultados de un estudio con relación al contenido de ALA fueron 0,3% en grasa de puerco, 0,4% en grasa de pollo y 0,3% en piel de pollo (Buege *et al.*, 1998).

La producción comercial de carne enriquecida con AG Ω -3 no tendrá éxito hasta que se logren disminuir los procesos de oxidación, los costos y el grado de biohidratación de AG Ω -3 por los rumiantes como vacas y borregos (Kris-Etherton *et al.*, 2000).

Recomendaciones sobre el Consumo de los Ácidos Grasos Ω -3

Hasta la fecha no se han dado en los Estados Unidos, de manera oficial, recomendaciones para los AG Ω -3. Sin embargo, sí se han dado recomendaciones para el consumo de AG poliinsaturados totales: 1-2% de la energía del ácido linoleico se requiere para prevenir una deficiencia de este AG, y el consumo

TABLA IX
 ÁCIDO ALFA-LINOLÉNICO (ALA) Ω -3 EN MAYONESAS, MARGARINAS Y ADEREZOS PARA ENSALADA (g/100g DE PORCIÓN COMESTIBLE)

| Alimento | ALA |
|-----------------------------|---------|
| Aderezo, mayonesa y soya | 4,2 |
| Aderezo tipo francés | 1,9 |
| Aderezo mil islas | 2,5 |
| Aderezo vinagreta soya | 1,4 |
| Aderezo Cartago soya | 3,0 |
| Aderezo queso azul | 3,7 |
| Aderezo tipo italiano | 3,3 |
| Aderezo imitación mayonesa | 4,6 |
| Aderezo tipo mayonesa | 2,0 |
| Margarina (d) de soya | 1,5 |
| Margarina soya y algodón | 2,8 |
| Margarina (d) soya palma | 2,3-3,0 |
| Margarina (d) soya | 1,9 |
| Margarina de soya y algodón | 2,4 |
| Margarina (s) soya palma | 1,9 |
| Margarina soya algodón | 1,6 |
| Margarina soya hidrogenada | 2,8 |

Fuentes: Mahan y Escott, 1998.

total de AG poliinsaturados deberá ser del 7% de la energía y no exceder el 10%.

Un grupo de investigadores (Simopoulos *et al.*, 1999) ha propuesto una guía específica para el ALA, EPA y DHA, sugiriendo que el consumo de ALA sea de 2,2g/d y que el EPA y DHA combinado sea de 0,65g/d, además de un consumo de ácido linoleico Ω -6 de 6,7g/d.

Canadá recomienda un consumo total de Ω -3 de 1,2-1,6g/d, pero no se distingue a los AG Ω -3 de manera individual. El Reino Unido tampoco lo hace y recomienda que el 1% de la energía provenga del ALA y 0,5% del EPA y DHA combinados. El Comité en Aspectos Médicos de Política Alimenticia recomienda que el consumo combinado de EPA y DHA sea de 0,2g/d. Australia ha recomendado que deben hacerse incrementos moderados en el consumo de AG Ω -3 vegetales y animales (SRC, 1990).

Otro tipo de recomendaciones se han dado con base en la proporción de AG Ω -6/ Ω -3. Por ejemplo la OMS recomienda una proporción de 5-10:1. Las recomendaciones suecas son de 5:1 y recientemente Japón recomienda 4:1 a 2:1 (FAO/OMS (1997; NCM, 1996). Debido a la competencia entre los AG Ω -6 y Ω -3 de las enzimas desaturadas y elongadas, la cantidad de ácido linoleico en la dieta puede afectar el grado en el cual ALA es convertido a EPA y DHA *in vivo* (Kris-Etherton *et al.*, 2000).

Un problema con el uso de recomendaciones tomando en cuenta el ALA es que éste no es equivalente a los AG de cadena larga Ω -3, porque sólo del 10 al 20% es elongado. Por lo tanto, los índices o recomendaciones para los Ω -3 deberán tomar en cuenta la baja biodisponibilidad del ALA con relación al EPA y DHA (De Vries *et al.*, 1997).

De cualquier manera, estas recomendaciones se pueden alcanzar si se incluyen 4 pescados grasos en las comidas semanales, junto con 22-32g/d de aceite vegetal relativamente rico en ALA. Usando ambas fuentes ricas en Ω -3 se facilitará la planeación de las dietas que proporcionen las cantidades de los AG Ω -3 recomendados (Kris-Etherton *et al.*, 2000).

Se ha reportado que muertes súbitas han sido prevenidas en pacientes con enfermedades cardiovasculares que consumieron uno o dos pescados por semana, o que en lugar de pescado tomaron una o dos cápsulas de aceite de pescado por día. Aquellos que consumieron pescado tuvieron 70% menos probabilidades de infarto cardíaco (Connor, 1997).

Conclusiones

Los efectos benéficos de los Ω -3 son evidentes. La importancia de mantener niveles adecuados de EPA y DHA durante la gestación y durante el crecimiento de los bebés es primordial para un buen desarrollo y funcionamiento del cerebro y la retina. Su papel en la prevención de enfermedades vasculares y de cáncer está comprobado, así como su utilidad en el manejo de enfermedades como el SIDA, depresión, problemas de violencia o de trastornos por déficit de atención. Es evidente, que nuestra dieta no ha cambiado lo suficiente como para lograr un acercamiento a las proporciones recomendadas y obtener todos los beneficios que se han señalado. De aquí la importancia de aumentar el consumo de AG Ω -3, particularmente EPA+DHA, y disminuir los Ω -6 en la dieta.

Es indudable que actualmente existen numerosas fuentes de estos AG en los alimentos comúnmente consumidos. La formulación de estos AG Ω -3 es un punto importante y los alimentos funcionales con un mayor contenido de Ω -3 son cada vez más disponibles. Los concentrados de Ω -3 ofrecen las ventajas de una alta concentración de éstos compuestos y una baja concentración de colesterol y grasa saturada por cápsula. Sin embargo, se ha demostrado que estos concentrados no tienen los mismos efectos biológicos que las fuentes naturales.

TABLE X
ÁCIDOS GRASOS Ω -3 EN CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS
(g/100g PORCIÓN COMESTIBLE)

| Alimento | ALA | Alimento | ALA |
|-----------------------------------|------|---------------------------|-------|
| Cadera carne magra | 0,2 | Pavo rostizado* | 0,1 |
| Espaldilla | 0,3 | Pollo carne blanca crudo* | Tr, |
| Molida regular | 0,2 | Pollo carne oscura crudo* | Tr, |
| T-bone steak | 0,3 | Pollo piel* | 0,3 |
| Cordero lomo | 0,5 | Pato pekin pechuga* | 0,012 |
| Cordero pierna | 0,3 | Cordero lomo* | 0,06 |
| Ternera tapa de pierna con cadera | 0,1 | Ternera hígado** | 0,46 |
| Costilla de res | 0,05 | Conejo *** | 1,6 |
| Cerdo curado salado | 0,7 | Salchicha bolgna | 1,69 |
| Cerdo tiras crudas | 0,9 | Salchicha cotto | 0,46 |
| Tocino crudo | 0,8 | Salchicha frankfurt | 1,44 |
| Jamón crudo | 0,2 | Salchicha polaca | 1,33 |
| Jarrete crudo | 0,6 | Salchicha viena | 1,59 |
| Papada cruda | 0,9 | Salchicha lyoner | 1,32 |
| Lomo | 0,02 | Salchicha de pavo | 0,71 |

* contiene cantidades ínfimas de EPA, DPA, DHA

** contiene EPA (0,26%), DPA (1,65%), DHA (2,43%)

*** contiene EPA (0,73%), DHA (0,98%)

Fuentes: Mahan y Escott, 1998; Araujo *et al.*, 1997; Park y Goins 1994; Cobos *et al.*, 1994.

Los niveles apropiados del consumo de AG Ω -3 puede determinarse dependiendo del estado de salud-enfermedad en que se encuentre cada individuo. El consenso actual es que los AG Ω -3 son componentes integrales de una dieta sana y que juegan un papel importante en la prevención de muchas enfermedades. Sin embargo, no hay que olvidar que la unidad funcional de la alimentación es la dieta, de manera que no son los alimentos aislados –ni mucho menos sus componentes químicos– sino la dieta como un todo la que, junto con otros factores, puede contribuir al desarrollo o prevención de las enfermedades.

TABLE XI
CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS
 Ω -3 EN GRASAS ANIMALES.
(G/100G)

| Grasa | ALA |
|----------------------|-----------|
| Borrego | 2,3 |
| Grasa de mantequilla | 1,5 |
| Pato | 1,0 |
| Ganso | 0,5 |
| Pollo | 1,0 |
| Res | 0,06 |
| Carnero | 2,4 |
| Manteca | 1,0 - 1,5 |
| Mantequilla | 1,2 |

Fuentes: Mahan y Escott, 1998; Chow, 1992.

REFERENCIAS

- Ackman RG (1992) Fatty acids in fish and shellfish. En Chow KC (Ed.) *Fatty acids in food and their health implications*. Marcel Dekker, USA. pp. 169-184.
- Aigster A, Sims C, Staples C, Schmidt R, O'Keefe SF (2000). Comparison of cheeses made from milk having normal and high oleic fatty acid composition. *J. Food Sci.* 65: 920-923.
- Almazan MA, Adeyeye SO (1998) Fat and fatty acid concentrations in some green vegetables. *J. Food Comp. Anal.* 11: 375-380.
- Al-Khalifa AS (1996) Physicochemical characteristics, fatty acid composition, an lipoxigenase activity of crude pumpking and melon seed oils. *J. Agric. Food. Chem.* 44: 964-966.
- Araujo VC, Martín E (1997) Perfil de ácidos grasos en salchichas elaboradas en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutr.* 47: 173-176.
- Araujo VC, Carrillo, PF, Martín E (1998) Fatty acid composition of beef, pork and poultry fresh cuts and some of their processed products. *Arch. Latinoam. Nutr.* 48: 354-358.
- Aro T, Tahvonen R, Mattila T, Nurmi J, Sivonen T, Kallio H (2000) Effects of season and processing on oil content and fatty acids of Baltic herring (*Clupea harengus membras*). *J. Agric. Food. Chem.* 48: 6085-6093.
- Aubourg SP, Medina I, Pérez-Martín R (1996) Polyunsaturated fatty acids in tuna phospholipids: distribution in the sn-2 location and changes during cooking. *J. Agric. Food. Chem.* 44: 585-589.
- Buege DR, Ingham BH, Henderson DW, Watters SH, Borchert LL, Crump PM, Hentgest EJ (1998) A Nationwide audit of the composition of pork and chicken cuts at retail. *J. Food Comp. Anal.* 11: 249-261.

- Closa SA, Marchesich C, Cabrera M, Morales JC (1999) Composición de huevos de gallina y codorniz. *Arch. Latinoam. Nutr.* 49: 181-185.
- Cobos A, De La Hoz L, Cambero MI, Ordoñez JA (1994) Fatty acids composition of meat from rabbits fed diets with high levels of fat. *J. Food Comp. Anal.* 7: 291-300.
- Connor WE (1996) Omega-3 essential fatty acids in infant neurological development *Background 1*: 1-6.
- Connor WE, Lowensohn R, Hatcher L (1996) Increased docosahexaenoic acid levels in human newborn infants by administration of sardines and fish oil during pregnancy. *Lipids* 31: S183-S187.
- Connor WE (1997) Do the W-3 fatty acids from fish prevent deaths from cardiovascular disease? *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 188-9.
- Connor WE (1999) Alfa-Linolenic acid in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 827-828.
- Chow KC (1992) *Fatty acids in foods and their health implications*. Marcel Decker; USA. 1045 pp.
- De Vizcarrondo AC, Carrillo de Padilla F, Martín GE (1998) Fatty acid composition of beef, pork and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latinoam. Nutr.* 48: 354-358.
- De Vizcarrondo AC, Martín GE (1997) Perfil de ácidos grasos en salchichas elaboradas en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutr.* 47: 173-176.
- De Vries JHM, Jansen A, Kromhout D, Van de Bovenkamp P, Van Staveren W, Mensink RP, Katan MB (1997) The fatty acids and sterol content of food composites of middle-aged men in seven countries. *J. Food Comp. Anal.* 10: 115-141.
- Deutch B, Bonenfeld JE, Hansen JC (2000) Ω -3 PUFA from fish or seal oil reduce atherogenic risk indicators in Danish women. *Nutr. Res.* 20: 1065-1077.
- Duckett S K, Wagner DG (1998) Effect of cooking on the fatty acid composition of beef intramuscular lipid. *J. Food Comp. Anal.* 11: 357-362.
- Dupont J (1999) Fats and Oils. En Sadler M (Ed.) *Encyclopedia of Human Nutrition*. Academic Press. USA. pp. 719-729.
- FAO/OMS (1997) *Grasas y aceites en la nutrición humana*. Organización Mundial de la Salud. 168 pp.
- Harbige LS (1998) Dietary Ω -6 and W-3 fatty acids in immunity and autoimmune disease. *Proc. Nutr. Soc.* 57: 555-562.
- Hibbeln JR, Salem N (1995) Dietary polyunsaturated fatty acids and depression: when cholesterol does not satisfy. *Am. J. Clin. Nutr.* 62: 1-9.
- Hibbeln JR (1997) Essential fatty acids predict biomarkers of aggression and depression. *Pufa Newslett.* 1: 2.
- Hyvönen L, Lamp AM, Varo P, Koivistoinen P (1993) Fatty acid analysis. TAG equivalents as net fat value, and nutritional attributes of commercial fats and oils. *J. Food Comp. Anal.* 6: 24-40.
- Inocente N, Moret S, Corradini C, Conte LS (2000) A rapid method for the quantitative determination of short-chain free volatile fatty acids from cheese. *J. Agric. Food Chem.* 48: 3321-3323.
- Käkela R, Ackman RG, Hyvärinen H (1995) Very long chain polyunsaturated fatty acids in the blubber of ringed seals (*Phoca hispida* sp.) from Lake Saimaa, Lake Ladoga, The Baltic Sea, and Spitsbergen. *Lipids* 30: 725.
- Kinsella JE, Lokesh B, Stone R (1990) Dietary W-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanism. *Am. J. Clin. Nutr.* 52: 1-28.
- Kris-Etherton PM, Shaffer TD, Yu-Poth S, Huth P, Moriarty K, Fishel V, Hargrove RL, Zhao G, Etherton TD (2000) Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 179S-88S.
- Krumme D (1998) Nutrición en enfermedades cardiovasculares. En Mahan LK, Escott-Stump S (Eds.) *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 9ª ed. McGraw-Hill. México. pp. 525-568.
- Leon GMF, Silva I, López MG (1997) Proximate chemical composition, free amino acid contents, and free fatty acid contents of some wild edible mushrooms from Querétaro, México. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4320-4332.
- Lewis NM, Seburg S, Flanagan NL (2000) Enriched Eggs as a Source of Ω -3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Sci.* 79: 971-974.
- Linos A, Kaklamani VG, Kaklamani E, Koumantaki Y, Giziaki E, Papazoluo S, Mantzoros CS (1999) Dietary factor in relation to rheumatoid arthritis: a role for olive oil and cooked vegetables?. *Am. J. Clin Nutr.* 70: 1077-1082.
- Liu KeShun, Brown EA (1996). Fatty acid composition in newly differentiated tissues of soybean seedlings. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1395-1398.
- Lytle JS, Lytle TF (1994). Fatty acid and cholesterol content of sharks and rays. *J. Food Comp. Anal.* 7: 110-118.
- Mahan KL, Escott-Stump S (1998) *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. McGraw-Hill. 9ª edición. México. pp. 1122-1127.
- Michella SM, Slauch BT (2000) Producing and marketing a specialty egg. *Poultry Sci.* 79: 975-976.
- NCM (1996) Nordic nutrition recommendations. Nordic Council of Ministers. *Scand J. Nutr.* 40: 161-165.
- Nettleton JA (1991) Ω -3 fatty acids: comparison of plant and seafood sources in human nutrition. *J. Amer. Dietetic Ass.* 91: 331-337.
- Neville M, Picciano MF (1997) Regulation of milk lipid secretion and composition. *Ann. Rev. Nutr.* 17: 159-184.
- Nitsan Z, Mokadi S, Sukenik A (1999) Enrichment of poultry products with Ω -3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and Mantur oil. *J. Agric. Food Chem.* 47: 5127-5132.
- Omega Protein (1999) Special select menhaden meal. *Omega Protein 7/14 USA*.
- Parcerisa J, Richardson DG, Rafecas M, Codony R, Boarella J (1997) Fatty acid distribution in polar and nonpolar lipid classes of hazelnut oil (*Corylus avellana* L.). *J. Agric. Food Chem.* 45: 3887-3890.
- Park PW, Goins RE (1994) In situ preparation of fatty acids methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *J. Food Sci.* 59: 1262-1266.
- Razzini E, Baronzio GF (1993) Omega-3 fatty acids as coadjuvant treatment in AIDS. *Medical Hypotheses* 41: 300-305.
- Refsgaard HHF, Brockhoff PMB, Jensen B (2000) Free polyunsaturated fatty acids cause taste deterioration of salmon during frozen storage. *J. Agric. Food Chem.* 48: 3280-3285.
- Rice R (1998) Fish. Nutritional Value. En Sadler MJ (Ed.) *Encyclopedia of Human Nutrition*. Academic Press. USA. pp. 793-803.
- Romero PN, Robert CP, Masson SL y Pineda LR (2000) Composición en ácidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua. *Arch. Latinoam. Nutr.* 50: 304-308.
- Sadler MJ (1998) Encyclopedia of human nutrition. Academic Press. USA. pp. 793-803.
- SRC (1990) *Nutrition Recommendations*. Scientific Review Committee. Minister of National Health and Welfare Canada. Ottawa. H49-42/1990E.
- Simopoulos AP (1986) Purslane: a terrestrial source of w-3 fatty acids. *New England J. of Med.* 315: 883.
- Simopoulos AP (1989) W-3 fatty acids in eggs from range-feed greek chickens. *New England J. of Med.* 321: 1412.
- Simopoulos AP, Kifer RR, Martín RE, Barlow SM (1991) Health effects of Ω -3 polyunsaturated fatty acids in seafoods. *World Review of Nutrition and Dietetics*. Vol. 66. Karger. Suiza. 592 pp.
- Simopoulos AP (1998) *The return of Ω -3 fatty acids in to the food supply*. Karger. Suiza. 240 pp.
- Simopoulos AP (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 560s-569s.
- Simopoulos AP (2000) Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with Ω -3 Pufa. Human requirement for Ω -3 of polyunsaturated fatty acids. *Poultry Sci.* 79: 961-970.
- Steinke G, Weitkamp P, Klein E, Mukherjee DK (2001) High-yield preparation of wax ester via lipase-catalyzed esterification using fatty acids and alcohols from cranberry and camelina oils. *J. Agric. Food Chem.* 49: 647-651.
- Uauy BR, Valenzuela A (1992) Marine oils as a source of omega-3 fatty acids in the diet: how to optimise the health benefits. *Prog. Food Nutr. Sc.* 16: 199-243.
- Wood SG, Lawson LD, Fairbanks DJ, Robinson LR, Andersen WR (1993) Seed lipid content and fatty acid composition of three quinoa cultivars. *J. Food Comp. and Anal.* 6: 41-44.
- Zhang HZ, Lee TCX (1997) Rapid near-infrared spectroscopic method for the determination of free fatty acid in fish and its application in fish quality assessment. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3515-3521.