

CONTENIDO DE EPA Y DHA EN ACEITE CRUDO DE PESCADO PRODUCIDO EN EL PERU DURANTE EL PERIODO 1996 - 2000*

Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP)

Dirección de Investigación y Desarrollo

Por:

Ing. Alberto Salas, Ing. María E. Ayala, Blgo. Miguel Albrecht

RESUMEN

Se determinó el contenido de EPA (ácido eicosapentenoico) y DHA (ácido docosahexenoico) de aceite crudo de pescado producido en el Perú durante el período de 1996 - 2000, principalmente elaborado de anchoveta negra (*Engraulis ringens*). La composición de los ácidos grasos de 435 muestras fue analizada mediante cromatografía de gases. Los valores extremos de EPA para el tiempo de estudio fueron 10.5 y 24.3%, mientras que los valores de DHA variaron desde 4.9 a 15.9%. Se observaron menores coeficientes de variación en EPA (10.7 a 17.4%) que en DHA (13.6 a 32.1%). En general, los contenidos de EPA fueron mayores a los de DHA y ambos sumaron valores promedio de 29.1 a 33.1%. La presencia del fenómeno "El Niño" no parece haber afectado notoriamente los contenidos ni la relación entre EPA y DHA, excepto en el primer trimestre de 1998.

PALABRAS CLAVES: ácidos grasos, aceite de pescado, ácido eicosapentenoico (EPA) y ácidodocosahexenoico (DHA).

ABSTRACT

EPA (eicosapentenoic acid) and DHA (docosahexenoic acid) content of raw fish oil produced in Peru mainly from black anchovy (*Engraulis ringens*) during 1996-2000 was determined. Fatty acids composition of 435 samples was analyzed by gas chromatography. Extreme values of EPA for all the samples were 10.5 and 24.3%, while DHA varied from 4.9 to 15.9%. Variation coefficients in EPA (10.7 to 17.4%) were smaller than those for DHA (13.6 to 32.1%). For the period of study, content of EPA was higher to the corresponding of DHA and when added showed an average of 29.1 to 33.1%. The presence of the phenomenon "El Niño" didn't seem to have affected these contents neither the relationship nor the sum of EPA and DHA, except for the first trimester of 1998.

KEY WORDS : Fatty acids, Fish oil, Eicosapentenoic acid (EPA), Docosahexenoic acid (DHA).

INTRODUCCIÓN

En la costa peruana se sitúa una de las áreas de pesca más productivas del mundo cuyo característico afloramiento provoca la mezcla de corrientes oceánicas y el enriquecimiento en nutrientes de la superficie. La abundancia del alimento y su proximidad a la costa determinan la riqueza ictiológica peruana y los importantes niveles de procesamiento y exportación de productos pesqueros. Estos en gran parte se exportan como harina y aceite de pescado y cuentan como principal materia prima a la anchoveta negra debido a su bajo valor comercial para consumo humano directo y su elevado contenido graso que fluctúa alrededor de 8%. (Lam, R. 1968, IMARPE-ITP. 1996). El aceite de pescado es la principal fuente de ácidos grasos omega-3, ácido eicosapentenoico (EPA) y ácido docosahexenoico (DHA), siendo las especies peruanas muy ricas en estos componentes (Tabla 1) comparativamente con otras especies (Hoffman et al., 1993, Khalid, et al., 1968).

Las estadísticas pesqueras demuestran que tanto la harina como el aceite crudo de pescado, denominados de consumo humano indirecto y obtenidos por la industria pesquera peruana provienen mayoritariamente de anchoveta negra y de otras especies minoritarias como sardina, caballa y jurel (INEI 2001, Perú). El aceite de pescado tiene un variado uso en aplicaciones industriales tales como pinturas y barnices, resinas, pegamentos, productos fotográficos, lubricantes para gomas, cueros y cosméticos, así como su uso en la alimentación animal, sin embargo no es adecuado para consumo humano a menos que sea sometido a procesos de desodorización e hidrogenación (Valenzuela, A. et al., 1995).

Entre 1996 y 2000 la participación de la anchoveta negra en la industria de procesamiento para consumo humano indirecto fluctuó entre valores de 32.61% en 1998 y 96.30% en 2000 (INEI

2001, Perú). Sólo en el año 2000 la exportación de aceite de pescado en el Perú representó 80.6 millones de dólares (Anuario 2000-2001, Perú).

Numerosos trabajos de investigación desarrollados en los últimos años señalan la importancia del consumo de ácidos grasos de la familia omega-3 en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diversos tipos de cáncer, alergias, etc., razón por la cual recomiendan elevar la ingesta del EPA y DHA (Saglik, S. y Imre, S., 2001, Kolanowski, W. et al., 2001). EPA contribuye a mantener las paredes de los vasos sanguíneos elásticas y libres de depósitos grasos, en tanto que DHA parece jugar un rol importante al reemplazar el ácido araquidónico en las plaquetas sanguíneas reduciendo el riesgo de su agregación y formación de coágulos. (Ackman, R., 2000).

Los efectos beneficiosos en la salud humana atribuidos a los aceites marinos se relacionan principalmente con su alto contenido de EPA y DHA, que en el aceite de pescado alcanzan concentraciones de 24 - 33% del contenido de ácidos grasos. (Valenzuela, A. et al., 1993). En el organismo humano estos ácidos grasos son interconvertidos de acuerdo a su necesidad (Ackman, R., 2000).

La composición de ácidos grasos en los aceites de las especies marinas varía según la estación, el área de captura, dieta, edad y madurez sexual (Carrizo, J., 1999; Bimbo, A., 1999). Considerando que existe poca información sobre la fluctuación de EPA y DHA en aceite crudo de pescado procesado por la industria peruana, gran exportador de este producto, se presentan datos relativos a su contenido y variación mensual durante 1996 a 2000.

Tomando en cuenta los volúmenes de anchoveta negra respecto a los totales de las especies utilizadas para procesar aceite de pescado, los valores de EPA y DHA reportados podrían ser referidos a esta especie. La información presentada permite apreciar el potencial de oferta de ácidos grasos omega-3 al mercado mundial.

MATERIALES Y MÉTODOS

TOMA DE MUESTRA

Durante los años 1996 a 2000 se analizaron un total de 435 muestras de aceite crudo procedentes de los tanques de almacenamiento de las plantas de harina y aceite de pescado, con una frecuencia mensual mínima de dos muestras, excepto para los meses de veda (Tablas 2 y 3). La forma de extracción del aceite fue mediante cocción del pescado, prensado y separación del líquido de prensa, el cual está constituido por una mezcla de aceite, agua, proteínas solubles y otros constituyentes menores; esta mezcla fue centrifugada para separar el denominado aceite crudo (Valenzuela, A. et al., 1993, Valenzuela, A. et al., 1995).

Para la toma de muestra se aplicó la Norma Técnica Peruana NTP 209.141 (1981), utilizándose un cilindro extractor de acero inoxidable que consiste en dos tubos concéntricos ajustados con dispositivos de manera que permiten la entrada del líquido exterior al interior del cilindro haciendo posible la toma de muestra en diferentes niveles en los tanques de almacenamiento. Las muestras extraídas fueron mezcladas en un recipiente limpio y seco y una vez homogeneizadas, colocadas en botellas oscuras de 1 litro y transportadas a los laboratorios del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú donde fueron procesadas de inmediato.

MATERIALES

Tubos de vidrio con tapa rosca de 13 x 100mm; la mezcla de estándares de ácidos grasos fue obtenido de Sigma chemical Co. (O-7756 Oil Reference Standard AOCS); el éter de petróleo (40-60°C), hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y metanol fueron de grado reactivo obtenidos de MERCK.

EQUIPO INSTRUMENTAL

Cromatógrafo de gases HITACHI modelo 163 equipado con detector de ionización de flama de hidrógeno con columnas de vidrio (2m de longitud y 3 mm de diámetro interno) empacadas con 15% DEGS/UNIPORT malla 60 - 80 y un integrador electrónico para la cuantificación de ácidos grasos; baño termostático YAMATO modelo BS-144; balanza analítica SARTORIUS modelo 2842; agitador de tubos VORTEX modelo K550.

METODO ANALÍTICO

Las muestras fueron homogeneizadas vigorosamente, pesadas dentro de un tubo de ensayo y disueltas en éter de petróleo. La saponificación y metilación se realizaron agregando hidróxido de sodio 2 N disuelto en metanol a 50°C, neutralizando luego con ácido clorhídrico 2 N en metanol. Se dejó reposar las muestras hasta observar la separación de fases, tomándose 2ul de la parte superior para inyectarlos al cromatógrafo de gases (Prevot, A. y Mordret, F. 1976). La temperatura de inyección fue 250°C, el rango de temperatura de la columna fue programada entre 160 y 210°C a razón de 1°C/min utilizando como gas de arrastre nitrógeno a 20 ml/min.

La precisión aplicada a los datos obtenidos fue establecida en una diferencia no mayor del 2.2% entre duplicados (componentes mayores al 5%) (NTP 209.11, 1966). Para la identificación de los ácidos grasos se utilizó una mezcla estándar y los resultados fueron expresados en porcentaje relativo. Los ácidos grasos identificados en los cromatogramas fueron: 14:0, 16:0, 16:1, 18:0, 18:1, 18:2, 20:5, 22:6 y 22:6 tal como se muestra en la Figura 1. Los resultados así obtenidos fueron contrastados con las metodologías ISO 5509-78 e ISO 5508-1990 obteniéndose diferencias menores a 2.2%. Los análisis se efectuaron por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 2 y 3 muestran el contenido promedio mensual de EPA y DHA en las muestras de aceite crudo de pescado, así como el promedio anual y su coeficiente de variabilidad, durante los años 1996 al 2000.

Durante 1996, EPA presentó sus valores más elevados en la primavera (Noviembre y Diciembre) 24.1 y 21.8%, y el valor más bajo en el verano 14.9% (Febrero), el coeficiente de variación durante este año fue de 13.9%. En tanto que el mayor valor de DHA se presentó en Febrero, 15.6% y el menor valor promedio en Noviembre 6.7% con un coeficiente de variación anual de 24%. Al analizar los valores de sumatoria de EPA y DHA se obtuvo valores que fluctuaron entre 25.5 y 37.4% con un valor promedio de 31.4%.

Durante el año 1997, los valores máximo y mínimo de EPA fueron 21.9% en Junio y 15.7% en Octubre. Hasta el mes de Agosto, estos valores permanecieron casi constantes, fue a partir de Septiembre en que se produjeron grandes variaciones reflejadas en los valores de desviación estándar, presentando un coeficiente de variación anual de 12.5%. Respecto a lo observado en DHA el valor más alto se produjo en Diciembre, 14.8% y el más bajo en el mes de Febrero 10.9% con un coeficiente de variación anual de 13.6%. Al sumar los valores de EPA + DHA en este mismo año, se obtuvo un promedio de 33.1% con valores extremos de 27.7 y 39.4%.

En 1998, se pudo apreciar el valor más bajo de EPA de todos los analizados, en Marzo 10.5%, el mayor valor para ese año se presentó en Junio: 24.3%, mientras que los demás resultados se mantuvieron aproximadamente constantes, teniendo un coeficiente de variación anual de 17.4%. Por su parte DHA presentó el valor más bajo en Mayo 7.2% y el mayor en Marzo 15.4% con un coeficiente de variabilidad anual de 22.6%. La sumatoria de los valores de EPA y DHA para este año tuvieron un rango de 25.9% a 33.6%, con un promedio de 30.7%, que es ligeramente menor a los respectivos de los años anteriores, en esta época se produjo el fenómeno "El Niño" y el porcentaje de anchoveta utilizado fue significativamente menor que en los otros años. Esto último podría sugerir que el comportamiento de variación de EPA y DHA no es exclusivo para la anchoveta y que es similar para otras especies pelágicas utilizadas en la elaboración de harina y aceite.

En el primer trimestre de 1998 la relación de los contenidos de EPA y DHA presentó un comportamiento muy diferente al año anterior, llegándose a reportar un valor mayor para el DHA que para el EPA en el mes de Marzo; éstos datos agregados a los observados a fines del año 1997 guardarían relación con el fenómeno antes mencionado y la consecuente menor disponibilidad de alimento (Bandarra et. al, 1997).

En 1999, el mayor valor de EPA fue observado en Noviembre 22.5%, el valor más bajo fue observado en Septiembre 17.4%; el coeficiente de variación fue 10.7%. Por otra parte, los valores de DHA mostraron un valor máximo en Enero: 15.9% disminuyendo a niveles de 8.9, 5.2 y 4.9% para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre en cada caso, con un coeficiente de variación anual de 30.3%, con una tendencia similar a la observada en el año 1996. La sumatoria de EPA y DHA para 1999, en promedio fue de 29.1%, con un valor mínimo de 24.8% y un máximo 33.3%. Durante el año 2000, se presentaron solo pequeñas variaciones en el contenido de EPA entre Enero y Junio mostrándose el valor más alto en Febrero 22.2% mientras el valor más bajo fue observado en Agosto 16.5% con un coeficiente de variación anual de 11.9%. El DHA aumentó

progresivamente desde un valor mínimo en Febrero 6.5%, a un máximo de 15.1% en Junio, con un coeficiente de variación anual de 32.1%. La sumatoria de EPA y DHA en este año mostró variaciones entre 25.5 a 37.4% con un promedio de 30.8%.

En general, los resultados obtenidos durante los 5 años indican un mayor contenido de EPA respecto a DHA, con excepción de Febrero de 1996 y de manera más evidente en marzo 1998. Al observar los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible deducir que la proporción EPA/DHA se mantiene en un rango constante y que esta aumenta en primavera, posiblemente el desgaste energético post-desove induzca esta variación.

Es notorio además, que los valores de EPA presentaron menores coeficientes de variación anual que los respectivos de DHA, lo cual permite concluir que entre los ácidos grasos omega-3 de las muestras de aceite crudo de pescado, el DHA es el componente que presenta mayores fluctuaciones (Tablas 2 y 3).

Cabe señalar que el coeficiente de variación anual para cada componente indica una variabilidad reducida considerando el número de muestras que además no corresponden a una sola especie, de las variables biológicas y estacionales cuyos efectos se incrementarían durante el fenómeno "El Niño". Las fluctuaciones observadas en los valores correspondientes para cada ácido graso, no modifican sustancialmente las sumatorias de EPA y DHA.

Al evaluar los contenidos promedio y desviación estándar de EPA y DHA sumados para cada año, los valores observados pueden ser considerados constantes y similares para las muestras analizadas. Estos valores se encuentran en el extremo superior del rango reportado por Valenzuela y colaboradores en 1993 quienes mencionan que esta sumatoria se encuentra entre 14 y 30% para especies pelágicas del Pacífico Sur.

Es importante indicar que a fines del año 1997, época de inicio del fenómeno "El Niño" y de la escasez de alimento debido al calentamiento de las aguas se produjeron las mayores dispersiones de los datos de EPA, ácido graso relacionado con la dieta y que según lo observado en los otros años fue el menos variable. En el año 1998 se observaron los valores extremos de EPA para todo el período de estudio: 10.5% y 24.3%, variaciones que se reflejan en las desviaciones estándar registradas y que posiblemente se relacionan con la condición de EPA de formar parte de los triglicéridos y grasa de depósito. Es durante este período que se pierde el patrón de comportamiento, que nuevamente se retoma a partir del año 1999.

Cuando se comparan los resultados del presente estudio con los similares de otras especies se encuentra semejanza respecto a la relación de mayor contenido de EPA que de DHA, tal es el caso del aceite crudo obtenido de sábalos de la costa atlántica de EE.UU. (1977-1988) en el que EPA fluctuó entre 11.1% a 16.3% y DHA de 4.6% a 13.8%. Se observa un comportamiento similar en aceite crudo de otras especies, así en el arenque americano los contenidos de EPA variaron entre 3.9 y 15.2% y fueron mayores a los de DHA que se encontraban entre 2.0 y 7.8% (Stansby, M. 1991); en anchoas (EPA 22% y DHA 9%) y en capelán (EPA 15%, DHA 6%) (Bimbo, A. 1999).

Respecto a los contenidos de EPA y DHA, cabe señalar que estos valores son considerablemente mayores a los antes mencionados, así, desde 1996 al 2000, EPA varió de 10.5% a 24.3% y DHA de 4.9% a 15.9% (Tablas 2 y 3).

La sumatoria de EPA y DHA fluctuó en un rango de 29.1% a 33.1%. Estos valores se consideran muy importantes, si se toma en cuenta el método de extracción del aceite crudo comparado con la mayor eficiencia y recuperación que se obtendría mediante extracción con solventes orgánicos.

Se considera que los resultados obtenidos en el presente trabajo son representativos de las cantidades de EPA y DHA de la biomasa, mayormente constituida por anchoveta negra, destinada a la industria de elaboración de aceite crudo en el Perú, durante un período de cinco años.

* El presente documento ha sido publicado en la Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria Vol. 3 Nº 5 de diciembre del 2002

BIBLIOGRAFIA

Ackman, R. 2000. Fish is more than a Brain Food. IIFET 2000 Proceedings. Canadian Institute of Fisheries Technology. Dalhousie University, Nova Scotia. Canada. Pp: 1-6

Anuario 2000-2001, Perú. Empresa Editora El Comercio S.A. Pág. 168

Bandarra, N.; Batista, I.; Nunes, M.; Empis, J.; and Christie, W. 1997. Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science*. 62, N° 1, 40-42.

Bimbo, A. 1999. Pautas para la clasificación del aceite de pescado comestible. *Aceites y Grasas*: 410-421.

Carrizo, J. 1999. El aceite de pescado: sus propiedades. *Aceites y Grasas*: 407-408

Hoffman LC., Casey NH, and Prinsloo JF. 1993. A Further Investigation into the Fatty Acid Composition of the Lipids of the African Catfish (*Clarias gariepinus*). *The South African Journal of Food Science and Nutrition*. 5(2): 41-42.

IMARPE-ITP. 1996. Instituto del Mar del Perú e Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. 25-93.

INEI. 2001 Instituto Nacional de Estadística e Informática: Compendio Estadístico Financiero.

ISO 5508 - 1990. E Animal and vegetable fats and oils-Analysis by chromatography of methyl esters of fatty acids.

ISO 5509 - 1978. E Animal and vegetable fats and oils. Preparation of methyl esters of fatty acids.

Khalid Q., Saeed A., and Hameed A. 1968. The Fatty Acid Composition of Edible Marine Fish Oils. *The Journal of the American Oil Chemists Society*. 45, 247-249.

Kolanowski, W.; Swiderski, F.; Lis, E.; Berger, S. 2001. Enrichment spreadable fats with polyunsaturated fatty acids omega-3 using fish oil. *International Journal of Food Science and Nutrition* 52 (6) 469-476

Lam, R. 1968. Estudio sobre la variación del Contenido de Grasa en la Anchoqueta Peruana (*Engraulis ringens*), Informe N° 24. Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú.

Norma Técnica Peruana 209.011. 1966. Método para determinar la composición de los ácidos grasos por cromatografía de gas.

Norma Técnica Peruana 209.141. 1981. Toma de Muestras.

Prevot, A.F. y Mordret, F. 1976. *Revue Francaise des Corps Gra* 23° Année N° 7-8: 416-417.

Saglik, S. and Imre, S. 2001. w-3 Fatty Acids in Some Fish Species from Turkey. *Journal of Food Science* 66, N°2, 2001, 210-212.

Stansby, M. 1991. Fish and Fish Oil in the diet and its effects on certain medical conditions. *NOAA*, 11-18.

Valenzuela, A., Nieto, S., Uauy, R. 1993. Desafíos Tecnológicos para evaluar ácidos grasos N-3 Poli-insaturados en aceites marinos de uso alimenticio y farmacológico. *Aceites y Grasas*, 53 - 61.

Valenzuela, A., Romo, C., Nieto, S. 1995. Tecnologías Aplicables a la industrialización de los aceites marinos para permitir su aplicación en la alimentación. *Alimentos* 20 N° 1 : 1-15.

Tabla 1.- Contenidos de EPA y DHA en especies peruanas

ESPECIES	EPA	DHA	EPA+DHA
Anchoqueta negra	18.7	9.2	27.9
Caballa	14.1	16.3	30.4
Jurel	15.1	12.9	28.0
Machete	22.8	8.1	30.9
Merluza	13.8	25.7	39.7
Sardina	19.7	5.3	25.0

Tabla 2.- Contenido de EPA en Aceite Crudo de Pescado en Perú (1996-2000)

	1996	1997	1998	1999	2000
Enero	19,0 ± 1,7 (4)	NR	NR	17,4 ± 0,3 (2)	21,7 ± 0,6 (7)
Febrero	14,9 ± 1,6 (2)	21,0 ± 2,4 (8)	16,0 ± 3,7 (3)	21,1 ± 2,1 (2)	22,2 ± 1,3 (27)
Marzo	19,6 ± 0,9	20,4 ± 1,5	10,5 ± 0,1	17,8 ± 3,5	21,1 ± 2,4

	(4)	(6)	(2)	(4)	(15)
Abril	19,3 ± 1,5 (9)	19,1 ± 1,2 (3)	NR	18,0 ± 0,5 (17)	20,1 ± 1,3 (28)
Mayo	19,8 ± 0,8 (4)	20,8 ± 2,8 (9)	22,3 ± 0,6 (3)	17,5 ± 0,7 (10)	20,3 ± 0,6 (20)
Junio	18,8 ± 0,8 (6)	21,9 ± 0,9 (13)	24,3 ± 0,2 (2)	17,9 ± 0,7 (16)	20,1 ± 1,1 (23)
Julio	19,6 ± 1,2 (8)	21,4 ± 1,0 (10)	21,0 ± 0,8 (4)	17,8 ± 1,0 (8)	18,6 ± 2,2 (18)
Agosto	19,4 ± 0,7 (4)	21,5 ± 1,9 (5)	21,2 ± 0,3 (2)	19,0 ± 2,3 (3)	16,5 ± 1,3 (28)
Septiembre	17,3 ± 2,5 (11)	18,0 ± 6,8 (2)	NR	17,4 ± 2,5 (6)	NR
Octubre	18,5 ± 2,5 (9)	15,7 ± 5,3 (2)	18,8 ± 3,6 (2)	19,4 ± 1,5 (10)	17,2 ± 1,1 (4)
Noviembre	24,1 ± 3,3 (7)	18,0 ± 6,0 (3)	21,5 ± 0,1 (2)	22,5 ± 1,2 (8)	NR
Diciembre	21,8 ± 2,2 (8)	19,5 ± 3,9 (4)	22,2 ± 0,7 (4)	21,1 ± 0,8 (10)	20,0 ± 1,5 (4)
Promedio	19,3 ± 2,2	19,8 ± 1,9	19,7 ± 4,0	18,9 ± 1,7	19,8 ± 1,8
CV anual	13.9%	12.5%	17.4%	10.7%	11.9%

Los números entre paréntesis representan el número de muestras analizadas.

NR = no se realizaron por veda del recurso

CV = Coeficiente de variación