



SECCIÓN ARTÍCULOS ORIGINALES
REVISTA CENTRO DE ESTUDIOS EN SALUD
Año 5 Vol 1 No. 10 (Pags. 131 - 138)

**CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS ESENCIALES EN TRUCHA ARCO IRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) COMO FUENTE POTENCIAL PARA NUTRICION HUMANA**

Álvaro Burgos Arcos¹ Marco Antonio Imuez Figueroa² David Arturo Perdomo³

Fecha de recepción: Oct 23 - 08

Aceptado: Nov 07 -08

RESUMEN

Se realizó un estudio exploratorio en la sección de cromatografía de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, con base en muestras tomadas en la estación acuícola flotante de esta Institución, ubicada en el Lago Guamués, con el propósito de cuantificar la presencia de ácidos grasos esenciales de la serie omega, en las vísceras blancas de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Para tal efecto, se recolectó la grasa de las vísceras de 9 muestras al momento del sacrificio, material que fue sometido a ultracentrifugación a 15.000 rpm por 45 minutos, metilación y luego a cromatografía de gases con detector FID (CG-FID). Se encontró buena presencia de lípidos totales en las vísceras blancas (8,80%) con 1,58% del peso del animal. Se observó mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados, con predominancia del linolénico (26,8%), así como ácido linoleico (23,5%), además buena presencia de oleico (25,5%), demostrando ser una buena fuente de ácidos grasos esenciales, potencialmente industrializables para ser utilizados en la alimentación humana, dada su importancia en la fisiología y desarrollo del cuerpo humano. Adicionalmente se realizó el perfil lipídico de un producto comercial, encontrándose buenos contenidos de ácidos grasos saturados como el palmítico e insaturados como el oleico (18,3%) y ácidos grasos esenciales de las series omega-3 y omega-6 (1,1% para el linoleico y 7,3% para el linolénico).

Palabras clave: Lípidos, ácidos grasos esenciales, ácido linoleico, ácido linolénico, *Oncorhynchus mykiss*.

1 M.Sc. (C) en Biotecnología e Ingeniería Genética Profesor Asistente, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. abjar@udenar.edu.co

2 Esp. en Computación y en Estadística. Profesor Asistente, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. marcoi@udenar.edu.co

3 Químico, Técnico Laboratorio de Cromatografía, Universidad de Nariño. daperdomo@udenar.edu.co

ABSTRACT

An exploratory study was carried out in chromatography specialized laboratories at the Universidad of Nariño, Pasto, Colombia, based on samples taken at the station floating aquaculture of this Institution, located on Lago Guamues, with the aim of quantifying presence of essential fatty acids of the omega series, in the white viscera of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fat was collected from the viscera of 9 fish samples, at slaughter time, material was subjected to ultracentrifugation to 15,000 rpm for 45 minutes, methylation and then to gas chromatography with FID detector (GC-FID). We found good presence of total fat in the white viscera (8,8%) to 1,6% by weight of the animal. Showed higher content of polyunsaturated fatty acids, with a predominance of linolenic (26,8%) and linoleic acid (23,5%), plus good presence of oleic (25,5%), proving to be a good source of essential fatty acids, potentially be industrialized in food, given its importance in the development and physiology of the human body. Additionally was the lipid profile of a commercial product, which provided good content of saturated fatty acids such as palmitic and unsaturated such as oleic (18,3%) and essential fatty acids of the series omega-3 and omega-6 (1.1% for the linoleic and linolenic for 7.3%).

Keywords: Lipids, essential fatty acids, linoleic acid, linolenic acid, *Oncorhynchus mykiss*.

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos forman parte de varios compuestos esenciales de diferentes organismos animales; en ellos, la mayoría son sintetizados *de novo*, a partir de acetato como precursor; los producidos de esta forma son saturados, pero suelen experimentar una desaturación parcial para formar ácidos monoenoicos (de un solo enlace insaturado), con longitud de cadena variable. El cuerpo humano requiere los ácidos grasos esenciales (AGE) que no es capaz de sintetizar *de novo*, lo cual, inicialmente fue demostrado para la rata por Burr y Burr en 1929 ⁽¹⁾ y más tarde para muchos otros animales; probablemente esto es común a todos los vertebrados superiores.

Mucho se ha hablado en los últimos tiempos sobre los ácidos grasos esenciales, especialmente los de

las series omega-3 y omega-6 (ácidos linolénico y linoleico). Los ácidos grasos omega-3, de cadena larga, se encuentran entre los nutrientes que se consideran indispensables desde el punto de vista de la salud humana, pues han demostrado su eficacia en la prevención de problemas cardiovasculares (efecto antiteratogénico y antitrombótico), en la reducción del crecimiento de tumores de distintos tipos, así como por sus efectos antiinflamatorios y en el desarrollo del cerebro y de las funciones mentales.⁽²⁾

El inquietante papel de estos ácidos grasos fue planteado desde 1929 por Burr y Burr, con sus experimentos en ratas y en la última década el conocimiento cada vez más profundo sobre su metabolismo y los beneficios demostrados en la salud humana, han inducido a muchas casas comerciales a lanzar al mercado diferentes

productos con contenidos de omega-3 y omega-6, como complemento alimenticio o como coadyuvantes en tratamientos de patologías asociadas a problemas de hiperlipidemias o de afecciones cardiovasculares.

Las principales fuentes de ácidos grasos esenciales son los peces de aguas frías, como el salmón (*Oncorhynchus kisutch*) y la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y diversos crustáceos y algas, así como las semillas de lino (*Linum usitatissimum*), aceite de soya (*Glycine max*), semillas de chia (*Salvia hispanica*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) y, en menor cantidad, las hojas de los vegetales.

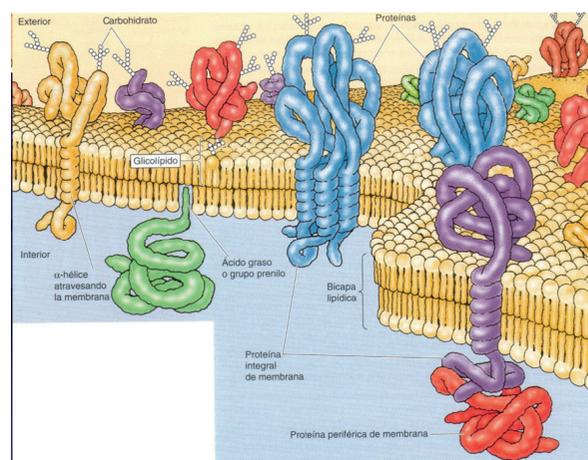
Función de los ácidos grasos esenciales en la fisiología humana

Durante el desarrollo del feto, en el último tercio de la gestación, se lleva a cabo la formación del sistema nervioso central (SNC), particularmente del cerebro, con aumento en el requerimiento de ácido docosahexaenoico (DHA 22:6 n-3) que, en el útero, es aportado a partir de las reservas maternas. Por ello, el nivel de DHA en el cerebro es superior al del plasmas fetal y materno. (3)

Los ácidos grasos monoinsaturados y el colesterol deben ser sintetizados en el cerebro, puesto que la barrera hematoencefálica es impermeable a éstos, no así a los principales ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico), lo cual facilita su aporte exógeno. El omega-3 es fundamental para la formación de los tejidos comprometidos con la visión, los cuales también permiten el transporte activo de DHA desde la sangre. El DHA forma parte de los fotorreceptores de los conos y bastoncitos de la retina. No es posible afirmar que el tejido retinal sintetice DHA, pero puede ser continuamente reutilizado en este órgano. (4)

Los ácidos grasos esenciales tienen un papel fundamental en las membranas celulares, donde se encuentran en una concentración del 45% de los ácidos grasos presentes en las membranas sinápticas, por lo cual los ácidos grasos poliinsaturados y el colesterol, en interacción con la bicapa de fosfolípidos (Gráfico 1), son los principales determinantes de las propiedades biofísicas de las membranas celulares. (5)

Gráfico 1. Interacción de ácidos grasos y colesterol con la bicapa de fosfolípidos de las membranas celulares.



Adaptado de Curtis, et al (6)

Está comprobado que, deficiencias nutricionales en ácidos grasos omega-3, alteran las proporciones lipídicas y distorsionan funciones neuronales en algunas áreas específicas del cerebro;(7) también se ha observado que a nivel de la membrana celular, los receptores 2A de serotonina en la corteza frontal aumentan su densidad, con una consecuente disminución de los receptores D2 de dopamina.(8) Esto demuestra que, dietas deficientes en ácidos grasos omega-3, pueden alterar el normal funcionamiento del cerebro.

Sin embargo, no es suficiente pensar en la simple ingestión de los ácidos grasos esenciales para que actúen adecuadamente en la funciones del

sistema nervioso central, sino que además se requiere ingerirlos en cantidades que suplan los requerimientos, por cuanto se sabe que los niveles de ácidos grasos esenciales en la sangre son proporcionales a los ingeridos en la dieta, ^(9, 10) situación que es similar en cuanto a la composición de ácidos grasos de los fosfolípidos del plasma, los que se relacionan con la composición de los fosfolípidos presentes en las membranas celulares de glóbulos rojos y plaquetas. ⁽¹¹⁾

Por tanto, el consumo de pescado o sus derivados, así como productos alimenticios que contengan proporciones adecuadas de DHA, especialmente aquellos provenientes de subproductos de la pesca, como es el caso de las vísceras de trucha arcoíris, produce un aumento de ácidos omega-3 y una disminución de omega-6 en la fracción lipídica del plasma y en las membranas de eritrocitos y plaquetas, ⁽¹²⁾ garantizando un normal funcionamiento del organismo humano, especialmente del cerebro, siempre que se haga bajo la estricta vigilancia de profesionales de la nutrición y de la medicina.

En el presente trabajo se pretendió cuantificar, de manera exploratoria, la presencia de ácidos grasos esenciales de la serie omega en las vísceras blancas de la trucha arcoíris, cultivada a grandes alturas sobre el nivel del mar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio exploratorio, tendiente a determinar la presencia de ácidos grasos esenciales de la serie omega en las vísceras blancas de la trucha arcoíris, cultivada a grandes alturas sobre el nivel del mar, cuya discusión permite enfatizar en la importancia de la inclusión de estos nutrientes esenciales en la dieta humana. La recolección de muestras se hizo

en la estación acuícola flotante, perteneciente a la Universidad de Nariño, ubicada en el Lago Guamués. Los procedimientos físicos y químicos se llevaron a cabo en la unidad de cromatografía de la sección de laboratorios especializados de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Se recolectaron datos de peso corporal en un lote de 90 animales de la especie *Onchorhynchus mykiss*, previo al sacrificio, conformando 9 muestras de 10 animales, para obtener el promedio individual; durante el proceso de faenado se extrajeron las vísceras de cada muestra, las que fueron mezcladas para determinar el peso de las mismas y luego se llevaron al laboratorio para realizar la extracción de grasa y cuantificar su contenido.

Se hizo la separación de la grasa por triplicado, a partir de tejidos viscerales seccionados, debido a que es la estructura anatómica con alta acumulación de lípidos; dicha separación se efectuó mediante ultracentrifugación a 15.000 rpm por 45 minutos. Posteriormente se extrajo el producto sobrenadante, se cuantificó y luego se mezcló, para ser separado en tres nuevas muestra en tubos de ensayo y de esa manera iniciar el proceso requerido en el análisis cromatográfico.

Para el análisis cromatográfico se pesaron 200 mg de cada muestra de lípidos extraídos, se disolvieron en 20 ml de éter etílico de grado molecular, cuyo volumen se concentró a 2,0 ml mediante baño maría a 50°C. En seguida se adicionó 10 ml de una solución de ácido clorhídrico en metanol (5% v/v) y se llevó a un reflujo por dos horas a 70°C; posteriormente se adicionó agua destilada para separar las dos fases formadas, empleando nuevamente éter etílico como solvente. El extracto orgánico, que es donde se encuentran los metil ésteres de los ácidos grasos, fue llevado a un ependorf adicionando sulfato de sodio anhidro. Del extracto final de cada muestra,

se tomó 1,0 μ L e inyectó al cromatógrafo de gases con detector FID (CG-FID) Shimadzu GC-17A, con columna capilar DB-5 J&W (30 m \times 0,25 mm ID 0,25 μ m), el cual utiliza nitrógeno a razón de 1,0 ml/min, con nodo de inyección Split 100:1 a 250°C.

Se realizó un análisis cualitativo de las muestras y de un producto comercial utilizado como fuente de ácidos grasos esenciales para consumo humano; este análisis se basó en la comparación de los tiempos de retención de los picos^a con el estándar ALLTECH de metil ésteres de ácidos grasos de alta pureza. El análisis cuantitativo aproximado se efectuó mediante áreas del estándar y la normalización de estas áreas. La determinación cualitativa, medida en tiempo de retención en minutos y área de cuentas, con base en el estándar metil ésteres de ácidos grasos, se reportan en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos del estándar metil ésteres (ME) de ácidos grasos ALTECH (CG-FID)

Compuesto	Tiempo de retención (minutos)	Área (Cuentas)
ME. Acido palmítico	16,057	64834
ME. Acido oleico	16,649	186985
ME. Acido linoleico	20,832	268555
ME. Acido linolénico	21,040	331194

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación la acumulación de grasa en la cavidad visceral

En la Tabla 2 se muestran los resultados del peso de los animales que conformaron la muestra, así como el peso de las vísceras y el contenido de grasa.

^a Valor máximo de concentración del ácido graso en el cromatograma

^u El ensilaje se hace a base de residuos de pescado, como las vísceras, conservados con ácidos orgánicos o inorgánicos o mediante la fermentación láctica de un sustrato de carbohidratos que se les añade, donde se produce cierto grado de hidrólisis de las proteínas, manteniendo el valor nutritivo de la materia prima. & Valor máximo de concentración del ácido graso en el cromatograma.

Tabla 2. Proporción de grasa en la cavidad visceral de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Muestra	Peso corporal Promedio individual (g)	Peso de vísceras promedio individual (g)	Peso de los lípidos promedio individual (g)	Lípidos en vísceras (%)	Lípidos en el animal (%)
1	261,11	47,00	3,80	8,09	1,46
2	270,56	48,70	4,50	9,24	1,66
3	275,56	49,60	5,60	11,29	2,03
4	274,44	49,40	3,50	7,09	1,28
5	278,89	50,20	5,30	10,56	1,90
6	220,00	39,60	1,20	3,03	0,55
7	258,33	46,50	3,80	8,17	1,47
8	221,67	39,90	4,30	10,78	1,94
9	258,33	46,50	5,10	10,97	1,97
Promedio	257,65	46,38	4,13	8,80	1,58

Se encontró una buena presencia de lípidos totales en las vísceras blancas (en promedio 8,8%), valor que corresponde a una proporción apreciable en relación con el peso del animal (1,6%).

Desde el punto de vista de la acuicultura, las vísceras no han tenido un aprovechamiento que beneficie al productor, dado que ha sido considerado un subproducto para desecho que, generalmente, termina contaminado las fuentes de agua. Sin embargo, autores como Betancourt, et al ⁽¹³⁾ demostraron que el ensilaje^u de vísceras de trucha es una buena fuente de ácido docosahexaenoico (DHA), el principal representante de los ácidos grasos de la familia omega-3.

Esto indica la factibilidad de aprovechar este subproducto de desecho, como fuente para la extracción de este tipo de nutrientes esenciales para la nutrición humana, desde el punto de vista de su cantidad y calidad, en un subproducto de origen animal de bajo costo.

Esto es compatible con la afirmación de algunos autores como Manzur, et al⁽¹⁴⁾ quienes reportan a los peces como la mayor fuente de ácidos grasos insaturados, especialmente de la serie omega-3, los cuales se presentan en mayor proporción en los peces de aguas frías, como el salmón y la trucha.

Su importancia radica en que los ácidos grasos poliinsaturados linoleico (AL:18:2n6) y α -linolénico (AAL:18:3n3), precursores de las familias omega-6 y omega-3, respectivamente. Estos ácidos grasos AL y AAL no pueden ser sintetizados por los humanos y la dieta es su única fuente; por este motivo son considerados esenciales. El AAL es aportado principalmente por el consumo de pescado, aceite de canola, aceite de soya y nueces.

El AL también se encuentra en aceites vegetales, margarinas, carnes magras y huevos. Los principales derivados del omega-3 son los ácidos eicosapentaenoico (EPA 20:5 n-3) y docosahexaenoico (DHA 22:6 n-3). En la vía omega-6 el más importante es el ácido araquidónico (AA 20:4 n-6). A diferencia de otras especies animales, los humanos poseen una limitada capacidad para producir EPA y DHA, lo que ocasiona que la principal fuente sea nutricional.⁽¹⁵⁾

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

En la Tabla 3 se reportan los resultados del análisis de ácidos grasos por CG-FID, indicando los tiempos de retención para cada uno los picos, con base en los cuales se determinaron los ácidos grasos saturados (palmítico y oleico) y poliinsaturados (linoleico y linolénico) por comparación con el estándar de metil ésteres, y el porcentaje aproximado en la muestra.

Tabla 3. Análisis de ácidos grasos en lípidos extraídos de vísceras de *Oncorhynchus mykiss*, por CG-FID.

Pico	Tiempo de retención (minutos)	Acido graso	Porcentaje aproximado
Muestra 1			
5	16,074	Palmítico	8,320
6	16,616	Oleico	23,777
7	20,750	Linoleico	23,124
8	20,915	Linolénico	26,740
Muestra 2			
2	16,050	Palmítico	11,432
3	16,590	Oleico	29,330
4	20,732	Linoleico	21,600
5	20,910	Linolénico	23,300
Muestra 3			
2	16,057	Palmítico	9,226
3	16,600	Oleico	23,300
4	20,732	Linoleico	25,720
5	20,900	Linolénico	30,290
Promedio			
	16,060	Palmítico	9,659
	16,602	Oleico	25,469
	20,738	Linoleico	23,481
	20,908	Linolénico	26,776
Producto comercial			
4	16,049	Palmítico	14,878
5	16,599	Oleico	18,301
7	20,732	Linoleico	1,057
8	20,899	Linolénico	7,275

El tiempo de retención en cada pico, permitió determinar el perfil de los ácidos grasos presentes en cada una de las muestras de lípidos extraídos de las vísceras de trucha, en comparación con el estándar de ME. El promedio obtenido de las tres muestras indica mayores contenidos de ácidos grasos poliinsaturados, con predominancia del linolénico, cuyo contenido promedio es de 26,8% y, dentro de éste, la mayor presencia de DHA, lo cual coincide con lo reportado por Betancourt, et al,⁽¹⁶⁾ al analizar vísceras ensiladas de trucha; sin embargo, las proporciones encontradas en el presente estudio fueron superiores, posiblemente debido al método de extracción utilizado.

El porcentaje de ácido oleico es alto (25,5%), explicado por cuanto los depósitos de grasa de las vísceras abdominales de la trucha también contienen proporciones apreciables de ácidos grasos insaturados, debido a su función fisiológica como reserva energética del animal. Por otra parte, es importante destacar la alta proporción de ácido linoleico (23,5%), como precursor de la serie omega-6.

La importancia de estos valores radica en la alta presencia de los ácidos grasos esenciales de las familias omega-3 y omega-6 en las vísceras de trucha arco iris, demostrando que tales subproductos pueden ser aprovechados con el fin de ser industrializados comercialmente, para consumo humano. Adicionalmente, como se ha establecido por diferentes autores, el alto contenido de estos ácidos grasos en la carne de trucha, especie cuyo cultivo se está intensificando en el altiplano de Nariño, permite recomendar su incorporación frecuente en la dieta humana. Teniendo en cuenta que en el momento se está masificando el consumo de suplementos alimenticios con base en ácidos grasos esenciales y se promocionan productos comerciales con fines nutricionales y/o terapéuticos como parte de dietas en humanos, con el fin de comparar el perfil de ácidos grasos presentes en las vísceras de trucha, con un producto comercial en forma de cápsulas, recomendado para este fin, se realizó el análisis cuyos resultados también se encuentran reportados en la Tabla 3.

Como se puede observar, el producto comercial en mención, presenta buenos contenidos de ácidos grasos saturados como el palmítico e insaturados como el oleico (18,3%); este último no es considerado esencial. También se encontraron contenidos de ácidos grasos esenciales de las series omega-3 y omega-6 (1,1% para el linoleico

y 7,3% para el linolénico), inferiores a los valores encontrados por Herpher⁽¹⁷⁾ en la carne de pescado, los reportados por Bondi⁽¹⁸⁾ en el aceite de pescado y los encontrados por el presente estudio, en vísceras de trucha arco iris. Estos niveles también son posibles de encontrar en algunos alimentos, como el pollo, el huevo, el maíz, las margarinas, el aceite de soya, la mantequilla y las carnes magras, entre otras, mencionados por Maynard, et al.⁽¹⁹⁾ Estos argumentos llevan a concluir que es más recomendable el consumo de pescado, especialmente trucha arco iris, en vez de algunos suplementos comerciales que, generalmente, son de alto costo.

CONCLUSIONES

Los lípidos acumulados en las vísceras abdominales de trucha arco iris presentaron un perfil de ácidos grasos esenciales con altas cantidades de ácido linoleico y linolénico, con mayor presencia de DHA.

Los porcentajes de omega-3 y omega-6 fueron mayores que los encontrados en un producto comercial, cuyo perfil demostró buenos contenidos de ácidos palmítico y oleico y valores de ácidos linoleico y linolénico similares a los que se encuentran en algunos alimentos de la dieta humana.

Las vísceras de trucha arco iris pueden ser una buena fuente para producción industrial de suplementos con ácidos grasos esenciales para la alimentación humana.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones tendientes a detectar de manera más específica cada uno de los ácidos grasos esenciales, como el DHA y el EPA. Comparar con otros métodos de extracción de lípidos, realizando un seguimiento para establecer su eficiencia sobre

el rendimiento y la estabilidad del producto. Adelantar campañas educativa para divulgar estos conocimientos que promuevan el consumo de pescado, especialmente trucha arco iris, como fuente de ácidos grasos esenciales.

REFERENCIAS

1. Herpher, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Limusa, 1993. 405 p.
2. Beorlegui, C. de B.; Álvarez Carro, C.; Cachaldora, P.; García Rebollos, P. y Méndez, J. Calidad sensorial de huevos y carne de aves enriquecidos en ácidos grasos omega-3 y ácido linoleico conjugado. *En: XXI Curso de especialización FEDAN*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Producción Animal, 2005. pp. 15-34.
3. Valenzuela, A. y Nieto, M. S. Docosahexaenoic acid (DHA) in fetal development and in infant nutrition. *Rev. Méd. Chil.*, 2001; 129(10): 1203-11.
4. *Ibid.*
5. Bruinsma, K. A. and Taren, D. L. Dieting, essential fatty acid intake, and depression. *Nutr. Rev.*, 2000; 58(4): 98-108.
6. Curtis, H.; Barnes, N.; Schnek, A. y Flores, G. *Biología*. 6a ed. Madrid: Panamericana, 2001. 1496 p.
7. Delion, S.; Chalon, S.; Guilloteau, D.; Lejeune, B.; Besnard, J. C. and Durand, G. Age-related changes in phospholipid fatty acid composition and monoaminergic neurotransmission in the hippocampus of rats fed a balanced or an n-3 polyunsaturated fatty acid-deficient diet. *J. Lipid. Res.*, 1997; 38(4): 680-9.
8. Delion, S.; Chalon, S.; Guilloteau, D.; Besnard, J. C. and Durand, G. Alpha-Linolenic acid dietary deficiency alters age-related changes of dopaminergic and serotonergic neurotransmission in the rat frontal cortex. *J. Neurochem.*, 1996; 66(4): 1582-91.
9. Dougherty, R. M.; Galli, C.; Ferro-Luzzi, A. and Iacono, J. M. Lipid and phospholipid fatty acid composition of plasma, red blood cells, and platelets and how they are affected by dietary lipids: a study of normal subjects from Italy, Finland, and the USA. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1987; 45(2): 443-55.
10. Matorras, R.; Perteagudo, L. and Sanjurjo, P. Biochemical markers of n-3 long chain polyunsaturated fatty acid intake during pregnancy. *Clin. Exp. Obstet. Gynecol.*, 1998; 25(4): 135-8.
11. Holman, R. T. Control of polyunsaturated acids in tissue lipids. *J. Am. Coll. Nutr.*, 1986; 5: 183-211.
12. Vidgren, H.M.; Agren, J.J.; Schwab, U.; Rissanen, T.; Hanninen, O. and Uusitupa, M I. Incorporation of n-3 fatty acids into plasma lipid fractions, and erythrocyte membranes and platelets during dietary supplementation with fish, fish oil, and docosahexaenoic acid-rich oil among healthy young men. *Lipids*, 1997; 32(7): 697-705.
13. Betancourt, L.; Sánchez, Y.; Muñoz, A.; Wills, A. y Díaz, G. Composición de ácidos grasos de materias primas no convencionales como fuente de ácidos grasos omega-3 para uso en alimentación acuícola. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, 2008; 21:3, 483-484.
14. Manzur, F.; Suárez, A. and Moneriz, C. Efectos y controversias de los ácidos grasos omega-3. *Rev. Colomb. Cardiol.*, 2006; 13(3): 180-184.
15. Bruinsma, K. A. and Taren, D. L. Dieting, essential fatty acid intake, and depression. *Nutr. Rev.*, 2000; 58(4): 98-108.
16. Betancourt, L.; Sánchez, Y.; Muñoz, A.; Wills, A. y Díaz, G. Composición de ácidos grasos de materias primas no convencionales como fuente de ácidos grasos omega-3 para uso en alimentación acuícola. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, 2008; 21:3, 483-484.
17. Herpher, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Limusa, 1993. 405 p.
18. Bondi, A. *Nutrición animal*. Zaragoza: Acribia, 1988. 544 p.
19. Maynard, L. A.; Loosli, J. K.; Hintz, H. F. and Warner, R. G. *Nutrición animal*. México: McGraw-Hill, 1989. 640 p.