

PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

“Determinación del potencial nutracéutico de pescados crudos comercializados en Guayaquil y Manta en función del contenido de ácidos grasos omega 6 y omega 3”

Disertación de grado previa a la obtención del Título de Licenciada en Ciencias Químicas
con Mención en Química Analítica

MELISA ARACELI VACA VALENCIA

Quito, 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente Disertación de Licenciatura en Ciencias Químicas, mención Química Analítica de la Srta. MELISA ARACELI VACA VALENCIA ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por tanto, puede ser presentada para la revisión correspondiente.

Mgtr. Pablo Pozo Pantoja

Director de la Disertación

Quito, 20 de Junio del 2017

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, darme salud para alcanzar mis metas y poner en mi camino a todas aquellas personas entre familiares y profesores que me han brindado sus conocimientos, su tiempo y cariño para formarme como una profesional con valores.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres Edgar y Nelly, quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis metas y mis sueños, por darme la mano con su amor incondicional cuando sentía que ya no podía continuar, este logro quiero compartir con ustedes porque creyeron en mí.

A mis hermanos Jhonny y Vicky, por ser ese ejemplo de esfuerzo, perseverancia y con sus consejos ayudarme a afrontar cada reto que se me presenta en la vida.

A mis sobrinos Dylan y Danna, que a su corta edad han sido mi motivo de alegría, convirtiéndose en mi fortaleza diaria para luchar por mis sueños, y con solo una sonrisa sacan lo mejor de mí.

A esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, y dejaron huella en mi corazón, con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes: Familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco infinitamente a Dios, por haberme dado la fuerza y el coraje para culminar esta etapa de mi vida

Agradezco en especial a mis padres quienes con su dedicación constante han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme como mujer de bien, y a quienes nunca podré pagar todo lo depositado y aprendido en mí, ni aun con las riquezas más grandes del mundo, gracias por creer en mí

Agradezco la confianza de mi madre y su apoyo incondicional durante el trayecto de mi vida, que con amor ha corregido mis fallas.

A mi padre, que siempre lo he sentido presente en mi vida, ser mi sustento en mi carrera en mis logros y en todo.

Gracias a todas las personas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por su atención y amabilidad, en especial a mi director de tesis Mgtr. Pablo Pozo y a mis tutoras de tesis Mgtr. Nancy Flores y Mgtr. Gabriela Cueva por su paciencia, motivación y criterio. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a la Escuela de Ciencias Químicas, que me brindó la ayuda financiera, materiales y reactivos que se utilizaron en el estudio provisto por el proyecto PUCE 2015 L13259.

Gracias a todos los que me brindaron ayuda en este proyecto.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
1. RESUMEN.....	12
2. ABSTRACT.....	13
3. INTRODUCCIÓN.....	14
3.1 LOS LÍPIDOS.....	15
3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS.....	15
3.2.1 LÍPIDOS SIMPLES.....	15
3.2.2 LÍPIDOS COMPLEJOS.....	16
3.3 LÍPIDOS EN EL PESCADO.....	17
3.4 ÁCIDOS GRASOS.....	17
3.5 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS.....	17
3.6 ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS.....	18
3.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS.....	19
3.7 ÁCIDO GRASO OMEGA-3.....	20
3.8 ÁCIDO GRASO OMEGA-6.....	20
3.9 PRODUCCIÓN PECUARIA EN ECUADOR.....	20
3.10 CONSUMO DE PESCADO EN ECUADOR.....	21
3.11 DESCRIPCIÓN DE LOS PESCADOS EN ESTUDIO.....	22
3.12 PESCADOS ADQUIRIDOS EN MERCADOS DE MANTA.....	22
3.12.1 ALBACORA (<i>THUNNUS ALBACARES</i>), ATÚN (<i>THUNNUS OBESUS</i>) Y BONITO (<i>KATSUWONUS PELAMIS</i>).....	22

3.12.2 CABEZUDO (<i>CAULOLATILUS WILLIAMSII</i>)	22
3.12.3 CAMOTILLO (<i>DIPLECTRUM MAXIMUN</i>)	23
3.12.4 CARITA (<i>SELENE PERUVIANA</i>).....	23
3.12.5 CORVINA (<i>CYNOSCION PHOXOCEPHALUS</i>)	23
3.12.6 DORADO (<i>CORYPHAENA HIPPURUS</i>)	24
3.12.7 LECHUZA (<i>SCORPAENA HISTRIO</i>).....	24
3.12.8 GUABA (<i>FISTULARIA CORNETA</i>)	24
3.12.9 MURICO (<i>EPINEPHELUS NIPHOLES</i>)	24
3.12.10 PARGO (<i>LUTJANUS GUTTATUS</i>).....	25
3.12.11 PERELA (<i>PARALABRAX CALLAENSIS</i>)	25
3.12.12 PICUDO (<i>TETRAPTURUS AUDAX</i>).....	26
3.12.13 SIERRA (<i>SCOMBEROMORUS SIERRA</i>)	26
3.13 PESCADOS ADQUIRIDOS EN MERCADOS DE GUAYAQUIL	26
3.13.1 BAGRE (<i>NETUMA PLATYPOGON</i>)	26
3.13.2 BANDERA (<i>HOLACANTHUS PASSER</i>).....	27
3.13.3 CHERMA (<i>MYCTEROPERCA XENARCHA</i>).....	27
3.13.4 LISA (<i>SERIOLA RIVOLIANA</i>)	27
3.13.5 TIBURÓN (<i>ISURUS OXYRINCHUS</i>)	28
3.13.6 WAHOO (<i>ACANTHOCYBIUM SOLANDRI</i>).....	28
3.14 VALOR NUTRITIVO DEL PESCADO	28
3.15 CROMATOGRAFÍA DE GASES.....	29
3.15.1 DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA.....	30
3.16 MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE FOLCH.....	30
OBJETIVO GENERAL.....	31
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
4. MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN	32

4.2 LUGAR DE OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS	32
4.3 ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL PECUARIO	32
4.4 MATERIALES Y REACTIVOS PARA LA EXTRACCIÓN	32
4.4.1 MATERIALES PARA LA EXTRACCIÓN	33
4.4.2 REACTIVOS PARA LA EXTRACCIÓN	33
4.5 EQUIPO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES.....	33
4.6 HOMOGENIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS	34
4.7 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO Y CONDICIONES DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO	35
4.8 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	36
5. RESULTADOS	37
5.1 DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO	37
5.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO TOTAL DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, MONOINSATURADOS Y POLIINSATURADOS	38
5.3 ANÁLISIS DEL CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, MONOINSATURADOS Y POLIINSATURADOS	39
5.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS.....	41
5.5 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS (MONOINSATURADOS)	43
5.6 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS (POLIINSATURADOS OMEGA 3 Y OMEGA 6).....	45
6. DISCUSIÓN.....	48
7. CONCLUSIONES	50
8. RECOMENDACIONES	52
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
10. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de los ácidos grasos saturados.	18
Tabla 2. Listado de los ácidos grasos insaturados	19
Tabla 3 Contenido en macronutrientes, energía, fibra y colesterol de alimentos proteicos (por 100g de porción comestible).....	28
Tabla 4. Sistema cromatográfico	33
Tabla 5. Contenido total de ácidos grasos en 100 gramos de muestra	38
Tabla 7. Contenido de ácidos grasos saturados en 100 gramos de muestra	42
Tabla 8. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en 100 gramos de muestra	44
Tabla 9. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados en 100 gramos de muestra.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cromatograma de estándar de metil ésteres de ácidos grasos (Fame Mix)	37
Figura 2. Contenido total de ácidos grasos en gramos	39
Figura 3. Contenido de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) en gramos.	41
Figura 4. Valores del contenido de ácidos grasos saturados en gramos	43
Figura 5. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en gramos	45
Figura 6. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3 y omega 6) en gramos	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado del estándar de metil estéres de ácidos grasos	59
Anexo 2. Resultado del cromatograma obtenido del bonito	60
Anexo 3. Resultado del cromatograma obtenido del camotillo.....	61
Anexo 4. Resultado del cromatograma obtenido de la corvina.....	62
Anexo 5. Fotos del mercado de Manta y Guayaquil donde se obtuvo las muestras.	63
Anexo 6. Cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies 7890A	64
Anexo 7. Materiales utilizados para la preparación de la muestra	64

1. RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad determinar el contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6 en pescados de agua salada, presentes en las veintiuna muestras recolectadas en mercados de Guayaquil y Manta.

Se utilizaron los filetes de cada una de las especies, se les homogenizó mediante un procesador de alimentos en porciones pequeñas las cuales fueron congeladas para mantener sus cualidades nutritivas intactas.

Para determinar el perfil lipídico, se utilizó la técnica de cromatografía de gases con detector de ionización de llama. En base a los resultados se determinó que el pescado bonito presenta mayor contenido de DHA con un valor de 0.310 g, mientras que las especies con mayor contenido de EPA son atún y carita con 0.038g cada una. Por lo que se puede concluir que en general la carne de pescado es un alimento que contiene una gran cantidad de ácidos, pero lo más importante es el alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3 y omega 6) cuya relación pone de manifiesto que los pescados analizados, pueden ser considerados como un alimento de alto potencial nutraceútico y su consumo tiene muchos beneficios para la salud humana.

Palabras clave: ácidos grasos, cromatografía, nutraceútico, pescados, poliinsaturados.

2. ABSTRACT

The present investigation takes as a purpose to determine the content of fatty acids omega 3 and omega 6 in salt-water fish, present in twenty-one samples collected from markets of Guayaquil and Manta.

There were used the filets of each of the species, they were homogenized using a food processor in small portions which were frozen to maintain their nutritional qualities intact.

In order to determine the lipid profile, the technique of gas chromatography was used with detector of ionization of flame. Based on the results it was determined that the bonito fish presents bigger content of DHA with a value of 0,310 g, while species with a higher content of EPA are atún and carita with 0.038g each. Therefore can be concluded that in general the meat of the fish is a food that contains a lot of fatty acids, but the most important is the high content of polyunsaturated fatty acids (omega 3 and omega 6) whose relation shows that the fish analyzed, can be considered as a food of high potential nutraceutical and its consumption has many benefits for the human health.

Key words: fatty acids, chromatography, nutraceutical, fish, polyunsaturated.

3. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las tendencias mundiales de la alimentación indican un gran interés de los consumidores hacia ciertos alimentos, que aportan beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano además de su valor nutritivo, y entre estos se puede mencionar los pescados (Thomas & Eart, 1994).

El promedio mundial de consumo per cápita de pescado es de 16.4 kg, situándose América Latina por debajo del promedio mundial con 14.5 kg per cápita (FAO, 2010) Los países que más consumen pescado en América del Sur son Perú y Chile, mientras que en Ecuador existe un promedio de consumo de pescado a nivel nacional del 7.9 %, siendo este un bajo consumo en comparación con el promedio mundial a pesar de ser un país con gran captura y exportación. (ENSANUT, 2012)

Cada vez se busca consumir carnes con mayor aporte para la fisiología del cuerpo humano, los llamados alimentos nutraceuticos, que proporcionan beneficios médicos para la salud e incluyen la prevención y el tratamiento de enfermedades (Thomas & Eart, 1994). En el transcurso del tiempo se ha mencionado la calidad nutritiva de la carne de pescado y sus beneficios para la salud humana, siendo parte de este tipo de alimentos.

Las grasas o lípidos son considerados componentes reparadores debido a su función de restaurar tejidos dañados y facilitar todas las reacciones químicas del cuerpo humano, en especial los ácidos grasos esenciales los cuales favorecen el desarrollo del cerebro, mejoran la salud de las arterias, circulación de la sangre y reducen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer entre otras (Meneses, 2011). Por tanto son componentes de gran importancia, y dentro del pescado como alimento se debe mencionar el alto contenido de ácidos grasos esenciales (omega 3 y omega 6).

3.1 LOS LÍPIDOS

Son un conjunto de moléculas orgánicas, que sirven como reserva de energía y debido a su naturaleza anfipática algunos de ellos constituyen el material básico de la estructura de las membranas, solubles en solventes orgánicos, de cadena larga. Su acumulación ayuda a evitar traumatismos y cambios de temperatura (Peña, Arroyo, Gómez, & Tapia, 2004).

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS

La clasificación más sencilla de los lípidos es la que divide en dos grupos; los lípidos simples y los lípidos complejos.

3.2.1 LÍPIDOS SIMPLES

Comprende a los terpenos, esteroides y prostaglandinas.

a) Terpenos

Conformados por hidrocarburos y sus derivados oxigenados y en menor grado por ácidos carboxílicos, es decir son los hidrocarburos dímeros del isopreno, se los clasifica por el número de unidades terpénicas que poseen (bionova, 2016).

b) Esteroides

Son grupos de lípidos cuya estructura es muy compleja y carecen de ácidos grasos y no son saponificables, son semejantes al hidrocarburo tetracíclico denominado ciclopentanoperhidrofenantreno. Se distinguen en la naturaleza por la posición de diversos grupos funcionales, dobles enlaces y cadenas alifáticas lineales o ramificadas añadidas al anillo ciclopentanoperhidrofenantreno (bionova, 2016).

c) Prostaglandinas

Conocido también con el nombre de icosanoides, este grupo de lípidos que derivan de la ciclación de un ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono, sus funciones son principalmente a nivel hormonal. (bionova, 2016).

3.2.2 LÍPIDOS COMPLEJOS

Comprenden los fosfolípidos, esfingolípidos y ceras.

a) Fosfolípidos

Componentes principales de las membranas biológicas, contienen un resto de ácido fosfórico esterificado y contienen al menos una carga negativa (Koolma & Rohm, 2004).

b) Esfingolípidos

Presentes en las membranas del cerebro y tejido nervioso, difieren de los fosfolípidos por la presencia de la esfingosina, un aminoalcohol que toma la función del glicerol y de un residuo acilo; cuando la esfingosina posee un ácido graso unido a un enlace amida se forma el compuesto llamado ceramida, precursor del esfingolípido conocido como esfingomielina (Koolma & Rohm, 2004).

c) Ceras

Lípidos saponificables que están formados por la esterificación de un ácido graso y un monoalcohol de cadena larga; son moldeables en presencia de calor, pero poco moldeables en frío. En los animales las ceras actúan como cubiertas protectoras y se las encuentra en la superficie del pelo y de la piel (UHU, 2016).

3.3 LÍPIDOS EN EL PESCADO

Los lípidos representados primordialmente por los glicéridos, estéridos y esteroides constituyen del 80% al 95% de los lípidos de depósito en los pescados grasos, mientras que los lípidos complejos (fosfolípidos) se encuentran mayoritariamente en los pescados magros. Así los pescados se les clasifica según su cantidad de grasa en: pescados magros o blancos, el contenido graso es inferior a 3% con un valor calórico de 80 Kcal, por ejemplo; la merluza; pescados semigrasos, con un 3% a 5% de grasa con un valor energético de 80 Kcal a 140 Kcal un ejemplo es la trucha y pescados grasos con más del 5% de contenido graso y su valor calórico oscila entre los 150 Kcal y 200 Kcal por ejemplo; el atún. El tipo de grasa que se presenta en los pescados es destacable por el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, las cantidades porcentuales van desde los 25% - 45%, donde se incluye la presencia del ácido graso omega 3 (Pinto, 2005).

3.4 ÁCIDOS GRASOS

Son biomoléculas presentes en las grasas, generalmente de cadena lineal y tiene un número par de átomos de carbono, poseen una porción hidrofílica (el grupo carboxílico COOH) y una hidrofóbica (grupos metilenos $-CH_2-$ y metilos terminales $-CH_3$), por ser más grande la porción hidrofóbica presentan baja solubilidad en agua, son poco frecuentes en los alimentos, sin embargo forman parte fundamental de la mayoría de lípidos. Se los divide en ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados (Calvo, 2016).

3.5 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

Son cadenas lineales de átomos de carbono que se encuentran unidos por enlaces sencillos, y los enlaces entre los carbonos de la cadena que quedan sobrando están ocupados por hidrógenos. En la siguiente tabla se puede visualizar su clasificación de acuerdo a la longitud de la cadena: corta menor de 6 carbonos, media entre 6-10 carbonos y larga igual a 12 carbonos o mayor, las grasas de los alimentos que poseen ácidos grasos saturados por

lo general permanecen duras a temperatura ambiente. Una propiedad importante de los ácidos grasos saturados es su resistencia a la oxidación, la luz y el calor (Velásquez, 2006).

Tabla 1. Listado de los ácidos grasos saturados.

Nombre del ácido graso	Denominación	N de carbonos	Alimentos fuente
Butrico	Butanoico	4	Mantequilla de vaca
Caproico	Hexanoico	6	Mantequilla de vaca
Caprilico	Octanoico	8	Aceite de coco
Caprico	Decanoico	10	Aceite de coco
Laurico	Dodecanoico	12	Aceite de coco y de palma
Mirístico	Tetradecanoico	14	Aceite de coco y de palma
Palmítico	Hexadecanoico	16	Aceite de palma y de grasa
Estearico	Octadecanoico	18	Mantequilla de cacao y grasa
Arcaico	Elcosanoico	20	Mantequilla de mani

Fuente: modificado de Velásquez 2006

3.6 ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

Estos tipos de ácidos se clasifican según el número de dobles enlaces y de hidrógenos en la cadena de carbonos, es decir, que a menor número de hidrógenos menor saturación, esto quiere decir que si un alimento contiene mayor proporción de ácidos grasos insaturados, para llegar al punto de fusión se necesitará menor temperatura; tienen unión flexible en los dobles enlaces, por lo que son de consistencia líquida a temperatura ambiente. En la siguiente tabla se puede visualizar su clasificación de acuerdo a la longitud de la cadena (Velásquez, 2006).

Tabla 2. Listado de los ácidos grasos insaturados

Nombre del ácido graso	Denominación	Número de carbonos	Numero de dobles enlaces	Alimento fuente
Caproleico	9- decanoico	10	1	Mantequilla
Lauroleico	9- docecenico	12	1	Mantequilla
Miristoleico	9- tetradecenoico	14	1	Mantequilla
Palmitoleico	9- hexadecenoico	16	1	Aceites de pescado y grasa de res
Oleico	9- octadecenoico	18	1	Aceite de oliva y de canola
Eleídico	9- octadecenoico	18	1	Margarinas
Vaccénico	11- octadecenoico	18	1	Margarinas
Linoleico	9, 12- octadecadienoico	18	2	Aceites de girasol, maiz, canola
Linolénico	9,12,15- octadecatrienoico	18	2	Aceite de soya, maíz, canola
Gadoleico	9- eicosenoico	20	1	Algunos aceites de pescado

Fuente: modificado de Velásquez 2006

3.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

Estos ácidos se clasifican en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados.

a) Ácidos grasos monoinsaturados

Poseen un solo enlace doble y una unión que es muy flexible en su único doble enlace, por lo tanto el ácido oleico contiene el 92% de ácidos grasos presentes en los alimentos (Velásquez, 2006).

b) Ácidos grasos poliinsaturados

Estos ácidos poseen más de un doble enlace y a este tipo pertenecen los ácidos grasos linoleico con dos dobles enlaces y el alfa-linolénico con tres dobles enlaces. Estos ácidos pertenecen a las familias importantes de los ácidos grasos esenciales (Velásquez, 2006).

3.7 ÁCIDO GRASO OMEGA-3

Este tipo de ácido graso es poliinsaturado, se lo puede encontrar en pequeñas cantidades en plantas, aceites vegetales, pero su fuente principal son los animales marinos; el ácido alfa-linolénico (18:3) se lo encuentra frecuentemente en las plantas y aquellos de cadena más larga, como el eicosapentaenoico (EPA 20:5) y el docosahexaenoico (DHA 22:6) abundan en los pescados, estos ácidos grasos no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano por lo tanto solo se pueden adquirir en la dieta (Mataix & Gil, 2004).

3.8 ÁCIDO GRASO OMEGA-6

A este tipo de ácido se le conoce con el nombre de ácido linoleico, ácido araquidónico o ácido gamma-linolénico, también presenta dobles enlaces entre sus átomos de carbono al igual que los omega 3; brinda beneficios en contra de la diabetes y problemas cardiovasculares. Se lo encuentra con mayor frecuencia en aceites vegetales, huevos y grosellas (Pérez, 2016).

3.9 PRODUCCIÓN PECUARIA EN ECUADOR

En Ecuador debido a su clima posee una gran variedad de especies existentes de pescado para disponibilidad hacia el consumidor, su producción es para consumo interno y

también para exportación, debido a esa riqueza marina en el país se conocen varias empresas dedicadas a la captura, proceso, empaque y exportación de productos, haciendo del Ecuador un importante referente mundial de productos del mar (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2013).

De igual manera los recursos ictiológicos de Ecuador nos brindan una riqueza pesquera notable con una extensión de 2.859 kilómetros lo que comprende a toda la región costa ecuatoriana. El potencial pesquero anual aprovechable señalan los 110.000 toneladas para la pesca de túnidos, 600.000 toneladas para la de pelágicos costeros pequeños, 60.000 toneladas para la pesca demersa y de pelágicos grandes (FAO, 2003).

3.10 CONSUMO DE PESCADO EN ECUADOR

El consumo de macronutrientes (proteínas y grasas) en el Ecuador está asociado con el desarrollo económico y la urbanización, por lo que Quito, Guayaquil y las zonas urbanas presentan consumos más elevados de estos alimentos. Al ser un país de tradición acuícola, el mayor consumo de pescado se radica principalmente en las provincias de Esmeraldas, Guayas y Manabí. Sin embargo durante los últimos años el mercado ha ido ganando campo en el consumo de las provincias de la Sierra con un 3.9% (ENSANUT, 2012). El consumo de peces de agua dulce en la provincia de Los Ríos es muy común en la mayoría de los hogares, obteniendo especies como: guanchiche, vieja azul, dama, dica, sábalo, chame, siendo los peces más conocidos por lo general en esta provincia así como en las provincias aledañas, Guayas y Manabí (Valverde & Osorio, 2005).

En la presente investigación se estudiarán las siguientes especies de pescados que se adquirieron en la ciudad de Manta y Guayaquil las cuales son: sierra, dorado, guaba, albacora, cabezudo, picudo, carita, perela, lechuza, camotillo, corvina, bonito, pargo, murico y atún de Manta; y las provienen de la ciudad de Guayaquil: lisa, bagre, wahoo, cherna, bandera y tiburón.

3.11 DESCRIPCIÓN DE LOS PESCADOS EN ESTUDIO

Se describirá cada especie estudiada en la investigación empezando por las 15 especies adquiridas en los mercados de Manta en orden alfabético, luego continuaremos con la descripción de los pescados adquiridos en los mercados de Guayaquil

3.12 PESCADOS ADQUIRIDOS EN MERCADOS DE MANTA

Las 15 especies que fueron adquiridas en Manta se describirán a continuación en orden alfabético.

3.12.1 ALBACORA (*THUNNUS ALBACARES*), ATÚN (*THUNNUS OBESUS*) Y BONITO (*KATSUWONUS PELAMIS*)

Las especies de atún capturadas con mayor frecuencia por la flota pesquera industrial y artesanal ecuatoriana son: atún (*Thunnus obesus*), albacora (*Thunnus albacares*); bonito/ barrilete (*Katsuwonus pelamis*). Estas especies pertenece a la familia *Scombridae* y se distribuyen en las capas medias y superficiales de las aguas desde los 32° 43' Norte hasta los 37°00'Sur; especies que viven en aguas medias o cerca de la superficie, altamente migratorias y sensibles a los cambios ambientales como el fenómeno de El Niño que afecta la disponibilidad del recurso (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador, 2016).

3.12.2 CABEZUDO (*CAULOLATILUS WILLIAMSI*)

Esta especie pertenece a la familia *Malacanthidae*, está distribuido en las coordenadas que van desde 32°43'N hasta 06°00'S en el Océano Pacífico oriental. Sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Punta Galera, Muisne, Manta, San Mateo, Puerto López. Santa Rosa, Anconcito y Puerto Bolívar. El desembarque promedio anual es de 220 toneladas, teniendo una gran acogida en el mercado local por su carne de excelente calidad (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.12.3 CAMOTILLO (*DIPLECTRUM MAXIMUM*)

Pertenece a la familia *Scombridae*, también se lo conoce con el nombre de cagua de altura. Esta distribución va desde 32°43'N hasta 06°00'S en el Océano Pacífico oriental, los principal puerto en donde se realiza la descarga son: El Mlatal, Jaramijó, Mantar San Lorenzo, San Pedro y San Pablo; su desembarque aproximado es de 205.8 toneladas anuales. En el puerto pesquero de Manta a nivel artesanal existe una pesca dirigida hacia este recurso todo el año, siendo uno de los platos típicos de la zona, su carne es blanca y de excelente calidad (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.12.4 CARITA (*SELENE PERUVIANA*)

Pertenece a la familia *Carangidae*; esta distribución geográfica va desde las coordenadas 32°43'N hasta 06°00'S en el Océano Pacífico oriental. Sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta, Machalilla, Crucita, Santa Rosa y San Pedro. (Pesnusan Cia. Ltda., 2016). Es un pescado de piel liza y plateada, tiene forma de una hoja con una longitud aproximada de 35 centímetros, piel sin escamas y con muy pocas espinas. También conocido como pampanito, su carne es de textura consistente, se encuentra a pocas profundidades y habita las aguas costeras de América (CARPEFRESMANTA S.A, 2016).

3.12.5 CORVINA (*CYNOSCION PHOXOCEPHALUS*)

Esta especie pertenece a la familia *Sciaenidae* y su distribución geográfica va desde las coordenadas 32°43'N hasta 06°00'S en el Océano Pacífico oriental. Especie que vive cerca del fondo del mar o que vive en estuarios de alta salinidad y se alimenta de camarones y peces; en el Ecuador se registran talla de 39 centímetros y sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar. El desembarque anual de la corvina varía entre 330 a 724 toneladas anuales. Por su alta calidad de carne, existe una gran demanda a nivel local (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.12.6 DORADO (*CORYPHAENA HIPPURUS*)

Pertenece a la familia *Coryphaenidae* y su distribución geográfica está localizada en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico; en el Océano Pacífico oriental sus coordenadas van desde 32°43'N hasta 37°00'S. Es una especie pelágica oceánica y costera, se alimenta de peces, moluscos y crustáceos; su talla máxima es de 210 centímetros de largo con un peso máximo de 40 kilogramos y una edad de 5 años de longevidad. Los principales puertos donde se desembarca al Dorado son: Esmeraldas Manta, Muisne y San Mateo con un desembarque anual de 12.071 toneladas (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.12.7 LECHUZA (*SCORPAENA HISTRIO*)

Pertenece a la familia *Scorpaenidae*, se lo conoce también con el nombre de escorpión jugueteón, su localidad geográfica es en el Océano Pacífico oriental en zonas costeras con clima ecuatorial que comprende Costa Rica y Ecuador incluyendo las Islas Galápagos. Tiene una longitud de 27.3 centímetros de longitud y se alimenta básicamente de crustáceos, calamares y pulpos (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, 2015).

3.12.8 GUABA (*FISTULARIA CORNETA*)

Pertenece a la familia *Fistulariidae*, su longitud máxima es de 106 centímetros (Gondi S.A, 2012). Su localidad geográfica está localizada en la zona este y sureste del Océano Pacífico. Su población es abundante al sur del Ecuador, es una especie demersal que se encuentra en profundidades de difícil acceso incluyendo estuarios de 50 metros de profundidad, en Ecuador se lo expende para el consumo local (The IUCN Red List of Threatened Species, 2016).

3.12.9 MURICO (*EPINEPHELUS NIPHOLES*)

Esta especie pertenece a la familia *Serranidae*, sus coordenadas de distribución va desde 32°43´S hasta 06°00´S en el Océano Pacífico oriental: Especie que vive cerca del fondo del mar, se encuentra en fondos de arena y lodo desde 50 metros hasta 130 metros de profundidad, se alimenta de peces.; su longitud oscila entre los 48 a 70 centímetros y sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas Manta y Puerto López. El desembarque anual va entre los 205.8 a 212.3 toneladas, siendo un pescado muy consumido y apetecido por su excelente calidad en lo que se refiere a su carne, sin embargo, se lo encuentra en cantidades moderadas (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.12.10 PARGO (*LUTJANUS GUTTATUS*)

Pertenece a la familia *Lutjanidae*, también se lo conoce como pargo lunarejo; su distribución geográfica va desde 32°43´N hasta 18°20´S en el Océano Pacífico oriental. Sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Muisne, Pedernales, Manta y Jama, no existe un desembarque estimado real, sin embargo, se señala un desembarque promedio anual para todas las especies de la familia *Lutjanidae* de 310 toneladas. Se conocen 10 especies de pargo presentes en el Ecuador de las cuales 3 especies: el pargo lunajero, el pargo liso y el pargo dientón son los más utilizados para exportación (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.12.11 PERELA (*PARALABRAX CALLAENSIS*)

Este tipo de especie pertenece a la familia *Serranidae* y su distribución geográfica va desde 16°00´ S hasta 06°00´N en el Océano Pacífico oriental, se lo encuentra en fondos duros a una distancia aproximada de 40 metros de profundidad; sus principales puertos donde se realizan la descarga son puertos donde se realizan la descarga son puertos donde se realizan la descarga son: Manta, San Mateo y Puerto López y su desembarque oscila entre los 205.8 y 212.3 toneladas anuales. Su longitud media es de 35 centímetros y ocupa una buena demanda a nivel nacional e internacional por la excelente calidad de su carne (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.12.12 PICUDO (*TETRAPTURUS AUDAX*)

Esta especie pertenece a la familia *Istiophoridae*, se lo conoce también como picudo gacho. Sus coordenadas de ubicación van desde 32°43'N hasta 37°00'S en el Océano Pacífico oriental y sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta, Salinas y San Mateo; para los años 2001, 2002 y 2003 se estimó un desembarque para todas las especies de la familia *Istiophoridae* de 2.385,5; 1.773,1 y 1.611,8 toneladas respectivamente. De muy buena calidad en su carne por lo que tiene una gran demanda a nivel local (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.12.13 SIERRA (*SCOMBEROMORUS SIERRA*)

Pertenece a la familia *Scombridae*, su distribución va desde 32°43'N hasta 18°207'S en el Océano Pacífico oriental y sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta, Santa Rosa y Anconcito; su desembarque promedio anual es de 264 toneladas. Es un pescado de muy buen consumo y calidad tanto a nivel nacional como para exportación (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.13 PESCADOS ADQUIRIDOS EN MERCADOS DE GUAYAQUIL

Las 6 especies que fueron adquiridas en Guayaquil se describirán en orden alfabético.

3.13.1 BAGRE (*NETUMA PLATYPOGON*)

Pertenece a la familia *Ariidae*, su pesca se da principalmente en Guayaquil y sus zonas aledañas como La Isla Puná. Mide 30 centímetros de longitud, de color gris o marrón y su piel está cubierta por escamas, posee un aguijón oculto detrás de sus aletas como mecanismo de defensa. Habita en aguas profundas con fondo arenoso (Rojas, 2012).

3.13.2 BANDERA (*HOLACANTHUS PASSER*)

Se puede encontrar esta especie en las zonas de la provincia de Santa Elena, su longitud máxima alcanza los 35.6 centímetros y su localización geográfica está en los 28°N en el Océano Pacífico oriental, al Este del Golfo de California hasta Perú, incluyendo las Islas Galápagos, se alimenta principalmente de plancton (fishbase.org, 2016).

3.13.3 CHERMA (*MYCTEROPERCA XENARCHA*)

Pertenece a la familia *Serranidae*, distribuido desde los 32°43'N hasta 06°00'S en el Océano Pacífico oriental, habita en aguas estuarinas cercanas a rocas a una profundidad máxima de 72 metros, se alimenta de peces y crustáceos. Su longitud media es de 80 centímetros y su peso medio es de 27 kilogramos. Los principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta, Puerto López y Puerto Bolívar, con un desembarque que va desde los 205,8 a 212,3 toneladas anuales para todas las especies de la familia *Serranidae*. Contiene la carne más exquisita dentro de los peces serránidos con una alta demanda nacional e internacional (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.13.4 LISA (*SERIOLA RIVOLIANA*)

Pertenece a la familia *Carangidae*, conocido también como Huayaípe. Sus puntos geográficos en donde se le puede encontrar son 32°43'N hasta los 06°00'S en el Océano Pacífico oriental, son pelágicos porque viven cerca de la superficie y demersales porque viven en el fondo del mar y se alimenta de peces y crustáceos. Su longitud media va de los 65 a 70 centímetros, hasta 14 kilogramos de peso. Sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta Puerto López y Santa Rosa y su desembarque promedio es de 129 toneladas por año. De las tres especies de Huayaípe presentes en el área, esta es la de más relevancia, por los volúmenes que se capturan, su consumo es local y también como producto de exportación (Pesnusan Cia. Ltda., 2016).

3.13.5 TIBURÓN (*ISURUS OXYRINCHUS*)

Este tipo de especie pertenece a la familia *Lamnidae*, la distribución va desde los 32°43'N hasta 37°00'S en el Océano Pacífico oriental, sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Manta, San Lorenzo y Puerto Bolívar.

3.13.6 WAHOO (*ACANTHOCYBIUM SOLANDRI*)

Pertenece a la familia *Scombridae*, se lo conoce también como pez sierra. Su distribución va desde 32°43'N hasta 05°00'S en el Océano Pacífico oriental y sus principales puertos donde se realizan la descarga son: Esmeraldas, Jama, Manta, San Mateo y puerto López. El promedio anual de desembarque es de 30 toneladas, su carne es firme, de color blanco y de excelente calidad (Pescado al Por Mayor, 2014).

3.14 VALOR NUTRITIVO DEL PESCADO

La calidad de este alimento y sus variedades que el consumidor puede encontrar en los mercados brinda una aceptación alta en consumidores de todas las edades y circunstancias; junto con la modificación de los hábitos alimenticios y las recomendaciones que en décadas atrás daban, como la de ingerir pescados en aceite una vez a la semana y el consumo natural del mismo cuatro veces por semana. Se puede representar el valor nutritivo del pescado por su contenido calórico bajo, además es una fuente de proteínas de alto valor biológico, aporta vitaminas sobre todo liposolubles y muchas especies son ricas en ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (Pinto, 2005).

Tabla 3 Contenido en macronutrientes, energía, fibra y colesterol de alimentos proteicos (por 100g de porción comestible).

A continuación, en la tabla se puede observar el valor nutritivo del pescado y su efecto positivo en el consumo, en cuanto se refiere al contenido de colesterol, grasa y energía (Pinto, 2005).

Alimento	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Grasa (g)	Colesterol (mg)
Carnes de matadero	162	18	Trazas	0	10	70
Aves	113	21	Trazas	0	3.4	69
Vísceras (excepto hígado)	94	15	0.02	0	4	746
Hígado	132	20	3.4	0	4.4	330
Embutidos	331	20	2	0	27	68
Paté de hígado (fole-gras)	69	10	2	0	2	102
Legumbres	319	22	55	15	3	0
Pescado	126	18	Trazas	0	6	48
Huevos	160	12	0.7	0	12	410
Frutos secos	465	16	10	5	40	0
IRN	2900-2200	63-50	345(a)	>25(a)	90(a)	300(a)

IRN= Ingesta recomendada de nutrientes, Hombre-mujer.

Los valores expresados en la tabla son valores medios de los diferentes alimentos más consumidos teniendo en cuenta que suele haber grandes variaciones.

(a) Cantidades aproximadas.

3.15 CROMATOGRAFÍA DE GASES

Es una técnica que se utiliza para separar los distintos tipos de compuestos volátiles de una muestra. La fase móvil principalmente es un gas inerte que transporta la muestra volatilizada en el inyector mediante la columna cromatográfica. La fase estacionaria está constituida por la columna de metil polisiloxano. Los distintos tipos de compuestos se separan a través de su grado de volatilidad (punto de ebullición, peso molecular) y su afinidad por la fase estacionaria. Entre los detectores más frecuentes y utilizados está el detector FID (ionización de llama) que por su alta versatilidad, es posible la detección de un elevado tipo de compuestos (Miranda & Martín, 2016).

3.15.1 DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA

Es el detector más utilizado y uno de los más aplicables en cromatografía de gases. El efluente de la columna se mezcla con H₂ y aire en un quemador, para luego eléctricamente encenderse, los compuestos al entrar en esta reacción producen iones y electrones que conducen electricidad por medio de la llama. El detector de ionización de llama es más sensible a la masa que un sistema sensible a la concentración ya que responde al número de átomos de carbono que entra al detector por unidad de tiempo. Una desventaja de este detector es que destruye a la muestra (Linde, 2016).

3.16 MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE FOLCH

Técnica que se basa en la extracción de lípidos (polares y no polares). Un solvente apolar disuelve los lípidos neutros y un solvente ligeramente polar, disuelve los lípidos polares existentes en la alícuota a extraer. Se trata de un proceso de extracción cuantitativa de lípidos homogenizados de tejidos en solución acuosa utilizando por lo general cloroformo. Cabe señalar que la aplicación de este método permitió identificar la estructura completa de derivados de los fosforilados (González, Kafarov, & Guzmán, 2009) y (Balsinde, 2015).

El presente estudio es relevante, debido a que los ácidos grasos omega 3 y omega 6, son de gran importancia para beneficio de las funciones del cuerpo, al descubrir el potencial máximo presente en los pescados conlleva a crear alternativas nuevas con mayor consumo agregado a la dieta del consumidor como alternativa para una mejor nutrición.

De tal manera se pretende demostrar el contenido de ácidos grasos esenciales (omega 3 y omega 6), así como el contenido lipídico de cada especie en estudio, sin alguna manipulación industrial pre existente, comercializadas en los mercados de Guayaquil y Manta respectivamente, así como, se explicará y detallará la/as técnica/as y/o método/os que se utilizarán en el transcurso del presente proyecto de investigación.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el contenido de ácidos grasos esenciales de veintiuna pescados comercializados en Guayaquil y Manta, mediante cromatografía de gases con detector de llama.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obtener el perfil de ácidos grasos de veintiuna especies de pescados crudos mediante extracción líquido-líquido y cromatografía de gases con detector de ionización de llama.
2. Determinar la relación de ácidos grasos omega 3 y omega 6 presentes en las diferentes especies de pescados.
3. Determinar la especie con mayor contenido de ácido grasos esenciales.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación experimental se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

4.2 LUGAR DE OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

El material pecuario se adquirió en las ciudades de Guayaquil en el “Mercado Caraguay”, dónde se recolectaron seis especies y en Manta en el “Mercado del marisco”, se recolectaron las quince especies faltantes de las veintiuna muestras en total, el muestreo se realizó a conveniencia del número de especies a analizar, las cuales fueron veintiuna hay que recalcar que las especies recolectadas fueron escogidas de tal manera que no se repitieran muestras entre sí.

4.3 ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL PECUARIO

Es importante acotar que en los sitios de muestreo, se obtuvieron las porciones musculares, libres de piel, de cada una de las especies a investigar, denominado lomo o filete. Luego las mismas fueron almacenadas en fundas resellables para inmediatamente ser colocadas en hieleras plásticas para su posterior traslado al laboratorio donde se realizará la investigación. Una vez en el laboratorio las muestras se congelaron a -18°C .

4.4 MATERIALES Y REACTIVOS PARA LA EXTRACCIÓN

Una vez obtenidas las muestras se prosiguió con la extracción de los ácidos grasos presentes en cada una de las especies a analizar. Para el desarrollo de todo el proceso se utilizaron los siguientes materiales, equipos, reactivos y soluciones.

Nota: Realizado por M, Vaca. 2017

4.6 HOMOGENIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Se utilizó un procesador de alimentos marca *Oster*, para homogenizar los filetes congelados y se dividió en pedazos de 2 gramos con petrifilm para una mejor manipulación; finalmente las muestras se congelaron nuevamente hasta el momento de su análisis, para evitar la descomposición de las muestras o la pérdida en el contenido nutritivo.

Para preparar las muestras se utilizó material volumétrico clase A para las soluciones estandarizadas y las muestras a analizar, material de vidrio clase B para las soluciones no estandarizadas y viales de vidrio ámbar para proteger las muestras de la luz solar y mantenerlas en buen estado por más tiempo. Los solventes fueron grado ACS (grado espectrofotométrico) y reactivos grado analítico. Se siguieron los pasos que a continuación se detallan:

Pesar un gramo de muestra homogenizada y colocar en un Erlenmeyer con tapón, posteriormente añadir 20 mililitros de solvente de extracción Folch (cloroformo:metanol), como lo indica Folch *et al* (Folch, Lees, & Sloane, 1956). Luego agitar la mezcla por 30 minutos en baño de ultrasonido, filtrar para separar el extracto de la materia sólida y lavar con 4 mililitros de NaCl al 0.9% para separar las fases del extracto. Paso posterior, aislar en un embudo de separación la fase clorofórmica del extracto que contiene los lípidos de la muestra, secarla con lana de vidrio y sulfato de sodio anhidro y depositarla en un balón de rotavapor.

Para aislar la fase insaponificable evaporar el extracto clorofórmico con el uso de un rotavapor a presión reducida de -14 inHg y 35⁰C hasta sequedad, después redissolver los lípidos en 1 mililitro de hexano y lavar el balón de evaporación con 1 mililitro de hexano dos veces más y finalmente pasar un vial de tapa rosca. Posteriormente añadir 2.5 mililitros de solución KOH 0.5M en metanol y cerrar el tubo para su posterior calentamiento por 45 minutos a baño maría a 80 ⁰C y una vez transcurrido el tiempo dejar enfriar y extraer 3

veces con 2 mL de hexano para aislar la fase insaponificable con ayuda de un embudo de separación.

A la fase saponificada, añadir 1 mL de solución de HCl 1:4 v/v en metanol y cerrar el tubo, luego calentar a baño maría por 25 min a 50°C y añadir 5 mL de agua destilada para extraer la fase orgánica que contiene los metil ésteres de ácidos grasos por tres ocasiones se utilizó 2 mL de hexano. Secar nuevamente con sulfato de sodio anhidro con la ayuda de un embudo y lana de vidrio. Para terminar pasar el extracto lipídico de hexano a un nuevo vial con tapa y almacenar en refrigeración, hasta el día en que se vaya a realizar la lectura en el cromatografo de gases.

Cabe mencionar que la metodología aplicada variará en factores como temperatura, tiempo, relación de solventes en referencia a la original (Horwitz W., 2005).

4.7 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO Y CONDICIONES DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

El análisis de cromatografía de gases se lo realizó con la utilización de un cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies 7890A, una torre de inyección automática y un detector de ionización de llama. Como fase estacionaria se empleó una columna marca Agilent HP-88 con medidas (100m x 250 µm x 0.2 µm) y como fase móvil helio grado 5.0 (Linde). Para el funcionamiento del detector se utilizaron cilindros de aire grado 4.9 y nitrógeno grado 5.0 (Linde) y como extra se utilizó también hidrógeno proveniente de un generador marca Parker Balston 9090.

Las condiciones para el análisis cromatográfico se basan principalmente en las siguientes características:

a) Inyector automático

Se inyecta un volumen de 1µL, 2 lavados de jeringa con solvente previos y posteriores a la inyección; dos lavados de jeringa con muestra previos a inyección y 6 bombeos de jeringa en la muestra previo a inyección.

b) Cámara de inyección

Se calienta la cámara de inyección a 250⁰C con una presión de 32.193 psi, flujo total de 74.4 ml/min, purga de septum de 3ml/min, modo Split y una razón Split de 50:1 y finalmente un flujo Split de 70 ml/min.

c) Condiciones de columna

Modelo Agilent HP-88 con dimensiones de 100m x 250 μm x 0.2μm con flujo constante a 1.4ml/min, velocidad lineal promedio 27.855cm/s y helio como gas portador.

d) Condiciones de horno de columna

Tiempo de equilibrio de 3 min con temperatura inicial de 125⁰C; la rampa de temperatura uno debe poseer 6⁰C/min hasta llegar a 145⁰C y mantener esta temperatura por 35 min y la rampa de temperatura dos debe poseer 2⁰C/min hasta llegar a 220⁰C y mantener la temperatura por 25 min.

e) Condiciones de detector

Un calentamiento de 260⁰C con flujo de aire de 400ml/min, flujo de hidrógeno de 40 ml/min y un flujo de gas nitrógeno de 30 ml/min.

4.8 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Cada una de las muestras de las diferentes especies de pescados fueron realizadas por triplicado, sin embargo se utilizó únicamente el valor promedio de las tres repeticiones para determinar la especie que posee mayor contenido de ácidos grasos y en especial el contenido de omega 3 y omega 6 presente en cada especie evaluada.

La identificación de cada sustancia se realizó en razón al tiempo de retención obtenido del estándar FAME Mix de 10mg utilizado.

5. RESULTADOS

5.1 DATOS OBTENIDOS MEDIANTE EL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

En primer lugar se realizó la corrida del estándar (Supelco FAME mix C4-C24) de metil ésteres de ácidos grasos como valores referenciales de tiempo de retención. Aquí se presenta la concentración de 10 mg/mL. El cromatograma del estándar de metil ésteres de ácidos grasos dio una amplia resolución de los picos de ésteres de ácidos grasos en su totalidad, dando un tiempo de separación eficiente, el cual fue de 85 min.

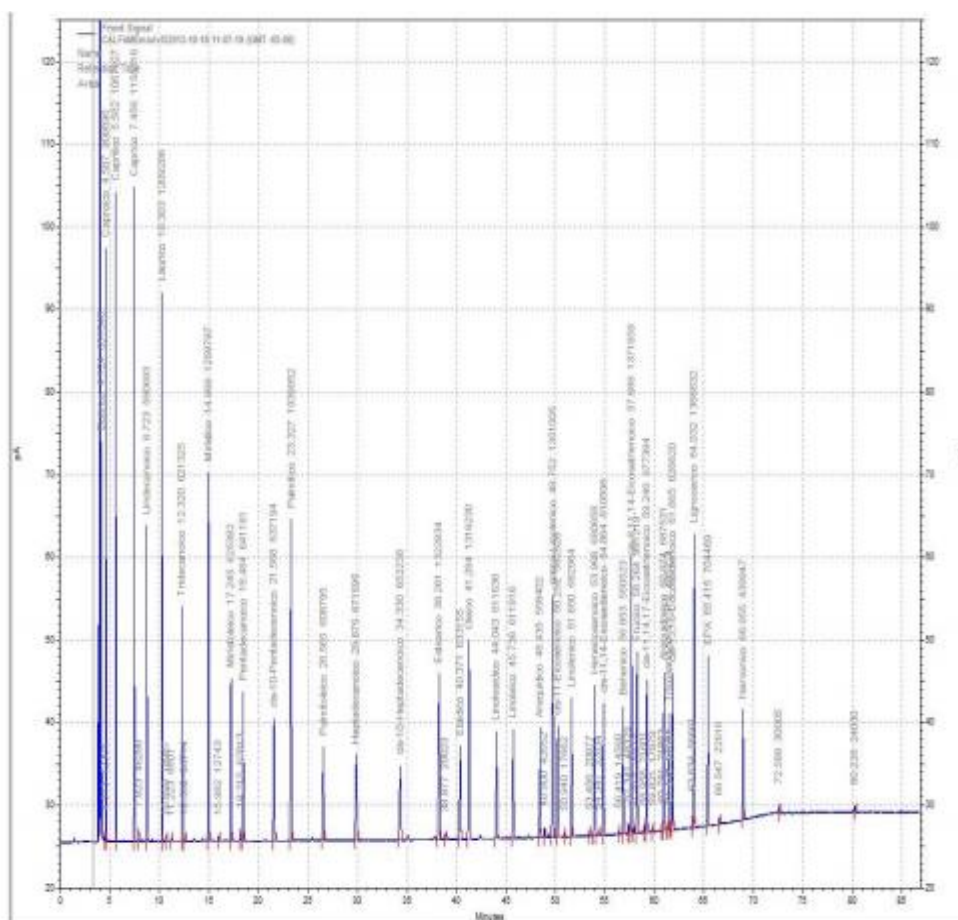


Figura 1. Cromatograma de estándar de metil ésteres de ácidos grasos (Fame Mix)

5.2 ANÁLISIS DEL CONTENIDO TOTAL DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, MONOINSATURADOS Y POLIINSATURADOS

El contenido total de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados), presentes en cada especie analizada se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Contenido total de ácidos grasos en 100 gramos de muestra

Especie	Total Ácidos Grasos (g)
Albacora	0,033
Atún	0,671
Bonito	0,968
Cabezudo	0,529
Camotillo	0,203
Carita	0,700
Corvina	0,113
Dorado	0,374
Lechuza	0,086
Guaba	0,453
Murico	0,084
Pargo	0,465
Perela	0,114
Picudo	0,042
Sierra	0,327
Bagre	0,061
Bandera	0,062
Cherna	0,231
Lisa	0,402
Tiburón	0,043
Wahoo	0,369

Nota: Datos obtenidos por Melisa Vaca, 2016

En la figura 2, se puede observar la distribución del contenido total de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados), de las 21 especies de pescado.

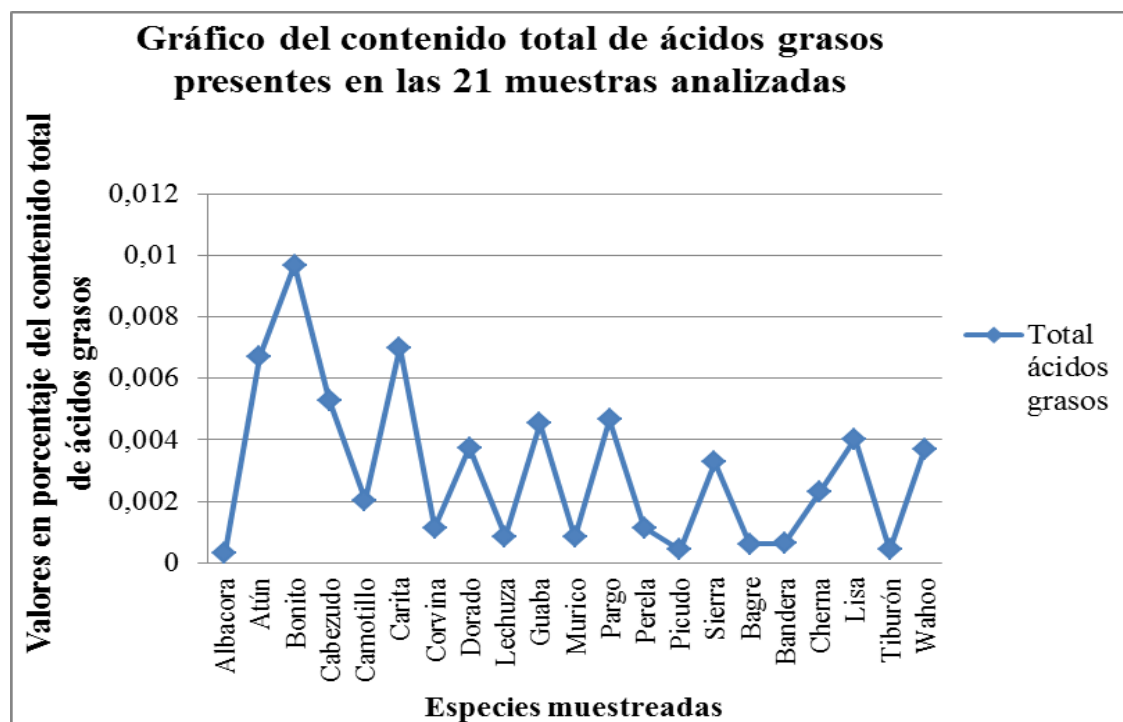


Figura 2. Contenido total de ácidos grasos en gramos

Nota: Realizado por, Melisa Vaca, 2016

Mediante el análisis realizado, los resultados obtenidos indican que la especie con mayor contenido de ácidos grasos totales que incluyen (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) es el bonito con 0,968g y la especie con menor contenido de ácidos grasos totales es la albacora con 0,033g.

5.3 ANÁLISIS DEL CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, MONOINSATURADOS Y POLIINSATURADOS

El contenido promedio de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en cada especie se detalla en la tabla 6. Se trabajó con los valores promedio de cada ácido graso identificado en cada muestra analizada.

Tabla 6. Contenido promedio de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en 100 gramos de muestra

Especie	Saturado (g)	Monoinsaturado (g)	Poliinsaturado (g)
Albacora	0.011	0.006	0.033
Atún	0.292	0.127	0.29
Bonito	0.221	0.248	0.490
Cabezudo	0.265	0.118	0.146
Camotillo	0.085	0.033	0.113
Carita	0.313	0.144	0.243
Corvina	0.073	0.013	0.071
Dorado	0.189	0.076	0.109
Lechuza	0.026	0.009	0.051
Guaba	0.036	0.012	0.081
Murico	0.026	0.011	0.047
Pargo	0.195	0.118	0.152
Perela	0.034	0.012	0.068
Picudo	0.018	0.008	0.016
Sierra	0.027	0.009	0.048
Bagre	0.011	0.008	0.024
Bandera	0.023	0.008	0.031
Cherna	0.077	0.072	0.082
Lisa	0.189	0.116	0.097
Tiburón	0.022	0	0.021
Wahoo	0.188	0.075	0.106

Nota: Datos obtenidos por Melisa Vaca, 2016

Por su parte, los ácidos grasos monoinsaturados son los compuestos con menor presencia en las muestras analizadas en relación con el contenido de ácidos grasos saturados y ácidos grasos poliinsaturados. En la figura 3, se observa el contenido promedio de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

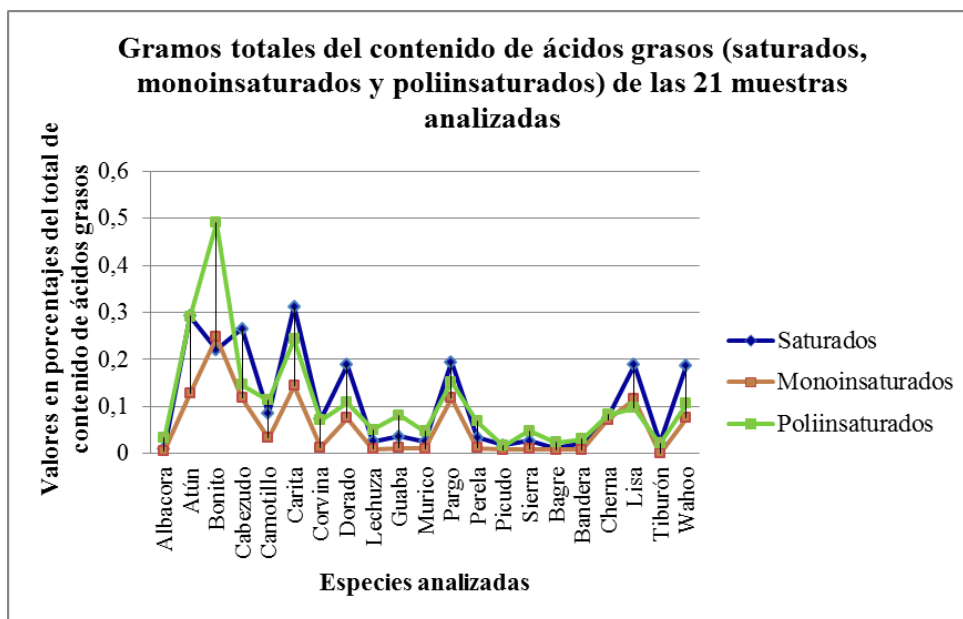


Figura 3. Contenido de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) en gramos.

Nota: Realizado por, Melisa Vaca, 2016

Con los resultados adquiridos podemos indicar que la especie con mayor contenido de ácidos grasos saturados es la carita con 0,313g y las especies con menos contenido la albacora y el bagre con 0,011g cada una. Para los ácidos grasos monoinsaturados la especie con mayor contenido es el bonito con 0,221g y la especie que no presenta contenido es el tiburón y finalmente para los ácidos grasos poliinsaturados, la especie con mayor contenido es el bonito con 0,49g y la especie con menor contenido es el picudo con 0,016g.

5.4 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

El contenido de ácidos grasos saturados presentes en cada especie se observa en la tabla 7, la cual señala que los ácidos grasos saturados que se identificaron en mayor cantidad en las 21 muestras analizadas fueron: ácido mirístico, ácido esteárico y ácido palmítico haciendo hincapié en que cada especie difiere en el contenido de ácidos grasos saturados.

Se puede acotar que de las 21 muestras analizadas 8 presentan contenido de ácido mirístico lo cual corresponde al 38.09% del total de muestras analizadas; 21 muestras poseen ácido palmítico lo cual corresponde al 100% del total de muestras analizadas y finalmente 19 muestras poseen ácido esteárico dando un 90.47% del total de muestras analizadas.

Tabla 6. Contenido de ácidos grasos saturados en 100 gramos de muestra

Especie	Mirístico (g)	Palmítico (g)	Esteárico (g)
Albacora	0	0.011	0
Atún	0.076	0.135	0.081
Bonito	0.046	0.174	0.01
Cabezudo	0.073	0.117	0.075
Camotillo	0.01	0.038	0.009
Carita	0.079	0.149	0.085
Corvina	0	0.020	0.009
Dorado	0	0.114	0.075
Lechuza	0	0.019	0.007
Guaba	0	0.025	0.011
Murico	0	0.018	0.008
Pargo	0	0.119	0.076
Perela	0.006	0.021	0.007
Picudo	0	0.014	0.004
Sierra	0	0.020	0.007
Bagre	0	0.02	0.009
Bandera	0	0.015	0.008
Cherna	0.013	0.05	0.014
Lisa	0.075	0.114	0
Tiburón	0	0.014	0.008
Wahoo	0	0.113	0.075

Nota: Datos obtenidos del cromatógrafo, por Melisa Vaca, 2016.

En la figura 4, se evidencia el contenido de ácidos grasos saturados de las 21 especies de pescado analizadas y su relación entre cada una.

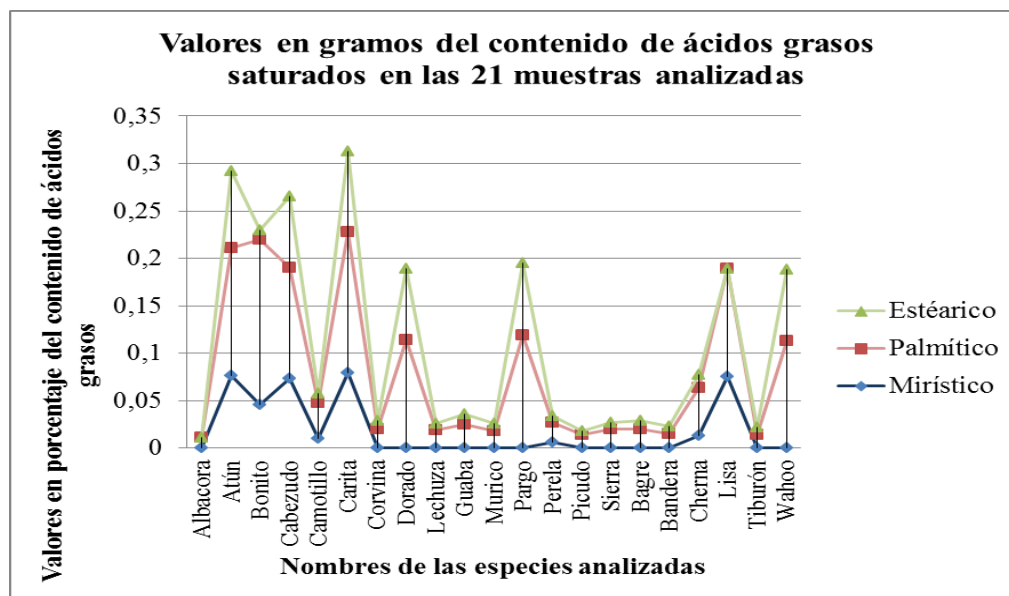


Figura 4. Valores del contenido de ácidos grasos saturados en gramos

Nota: Realizado por, Melisa Vaca, 2016

Con los resultados obtenidos, podemos señalar que la especie que contiene mayor porcentaje de ácido mirístico es la carita (*Selene peruviana*) con 0,079 g mientras que la albacora, corvina, dorado, lechuza, guaba, murico, pargo, picudo, sierra, bagre, bandera, tiburón y wahoo carecen de este ácido graso. Para el ácido palmítico la especie con mayor contenido es el bonito (*Katsuwonus pelamis*) con 0.174g y la especie de menor contenido es la albacora (*Thunnus albacares*) con 0,011g y finalmente para el ácido estéarico la especie con mayor contenido es la carita (*Selene peruviana*) con 0,085g y las dos especies con 0g de contenido son la albacora (*Thunnus albacares*) y la Lisa.

5.5 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS (MONOINSATURADOS)

El contenido de ácidos grasos monoinsaturados presentes en cada especie se detallan en la tabla 8. Cabe mencionar que los ácidos grasos monoinsaturados encontrados en las especies de estudio en la mayoría fueron solo 2: ácido oleico y ácido palmitoleico, mientras que en una sola especie se pudo determinar la presencia del ácido *cis*-11-eicosenóico. Se utilizó el valor promedio de las tres repeticiones realizadas para cada especie.

Tabla 7. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en 100 gramos de muestra

Especie	Oleico (g)	Palmitoleico (g)	<i>cis</i>-11-eicosenóico (g)
Albacora	0.006	0	0
Atún	0.086	0.041	0
Bonito	0.143	0.097	0.008
Cabezudo	0.0785	0.039	0
Camotillo	0.016	0.016	0
Carita	0.099	0.045	0
Corvina	0.013	0	0
Dorado	0.076	0	0
Lechuza	0.009	0	0
Guaba	0.012	0	0
Murico	0.011	0	0
Pargo	0.079	0.039	0
Perela	0.012	0	0
Picudo	0.008	0	0
Sierra	0.009	0	0
Bagre	0.008	0	0
Bandera	0.008	0	0
Cherna	0.060	0.012	0
Lisa	0.075	0.041	0
Tiburón	0	0	0
Wahoo	0.075	0	0

Nota: Datos obtenidos del cromatógrafo, por Melisa Vaca, 2016

Se puede acotar que de las 21 muestras analizadas 20 presentan contenido de ácido oleico lo cual corresponde al 95.23% del total de muestras analizadas; 8 muestras poseen ácido palmitoleico lo cual corresponde al 38.09% del total de muestras analizadas y finalmente 1 sola muestra posee ácido *cis*-11-eicosenóico dando un 4.76% del total de muestras analizadas que posee el mencionado ácido graso monoinsaturado. En la figura 5, se evidencia el contenido de ácidos grasos monoinsaturados.

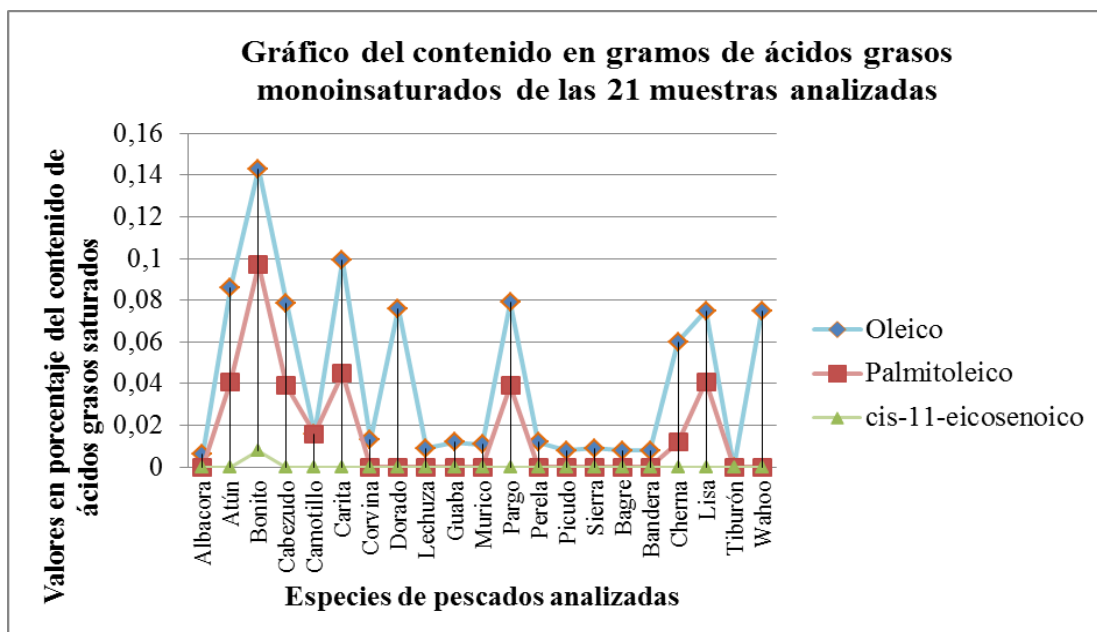


Figura 5. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en gramos

Nota: Realizado por, Melisa Vaca, 2016

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede mencionar que la especie con mayor contenido de ácido oleico es el bonito con 0,143g y la especie con menor contenido es el tiburón con 0g. Mientras tanto que para el ácido palmitoleico la especie con mayor contenido también es el bonito con 0,097g y las especies: albacora, corvina, dorado, lechuza, guaba, murico, perela, picudo, sierra, bagre, bandera, tiburón y wahoo no presentan contenido de ácido palmitoleico y finalmente para el contenido del ácido *cis*-11-eicosenoico la única especie que presentó contenido fue el bonito con 0,008g las 20 especies restantes no registraron la presencia del mencionado ácido graso.

5.6 ANÁLISIS DE CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS (POLIINSATURADOS OMEGA 3 Y OMEGA 6)

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados presentes en cada especie se detallan en la tabla 9 Cabe mencionar que los ácidos grasos poliinsaturados encontrados en las especies de estudio en la mayoría fueron los siguientes: *cis*-8,11,14-eicosatrienoico, Araquidónico de omega 6 y EPA y DHA de omega 3 .

Tabla 8. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados en 100 gramos de muestra

Especie	cis-8,11,14- Eicosatrienoico (ω6) g	Araquidónico (ω6) g	DHA (ω3) g	EPA (ω3) g
Albacora	0	0	0.016	0
Atún	0.039	0.063	0.112	0.038
Bonito	0.010	0.135	0.310	0.006
Cabezudo	0.038	0.056	0.052	0
Camotillo	0.005	0.023	0.085	0
Carita	0.040	0.064	0.101	0.038
Corvina	0.005	0.014	0.051	0
Dorado	0.037	0.054	0.047	0
Lechuza	0	0.013	0.038	0
Guaba	0.004	0.012	0.065	0
Murico	0	0.02	0.027	0
Pargo	0.038	0.056	0.058	0
Perela	0.004	0.012	0.052	0
Picudo	0	0	0.016	0
Sierra	0	0.008	0.041	0
Bagre	0	0.008	0.016	0
Bandera	0	0.007	0.025	0
Cherna	0.009	0.021	0.049	0.003
Lisa	0	0.057	0.041	0
Tiburón	0	0	0.021	0
Wahoo	0	0.054	0.052	0

Nota: Datos obtenidos del cromatógrafo, por Melisa Vaca, 2016

Con los resultados obtenidos se puede señalar que de las 21 muestras analizadas 11 presentan contenido de ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico lo cual corresponde al 52.38% del total de muestras analizadas; 18 muestras poseen ácido Araquidónico lo cual corresponde al 85.71% del total de muestras analizadas; 21 muestras presentan DHA correspondiente al 100% y finalmente 4 especies poseen EPA dando un 19.04% del total de muestras analizadas. Cabe mencionar que la muestra analizada del pescado bonito, posee dos ácidos grasos poliinsaturados más (cis-11,14,17-eicosatrienoico y ácido linolénico), sin embargo, no se encontró en ninguna de las otras veinte muestras

analizadas, por lo cual no se las ha añadido en la tabla anteriormente descrita, pero se puede ver en el anexo 2 lo mencionado. A continuación en la figura 6, se evidencia el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de las 21 especies de pescados analizadas.

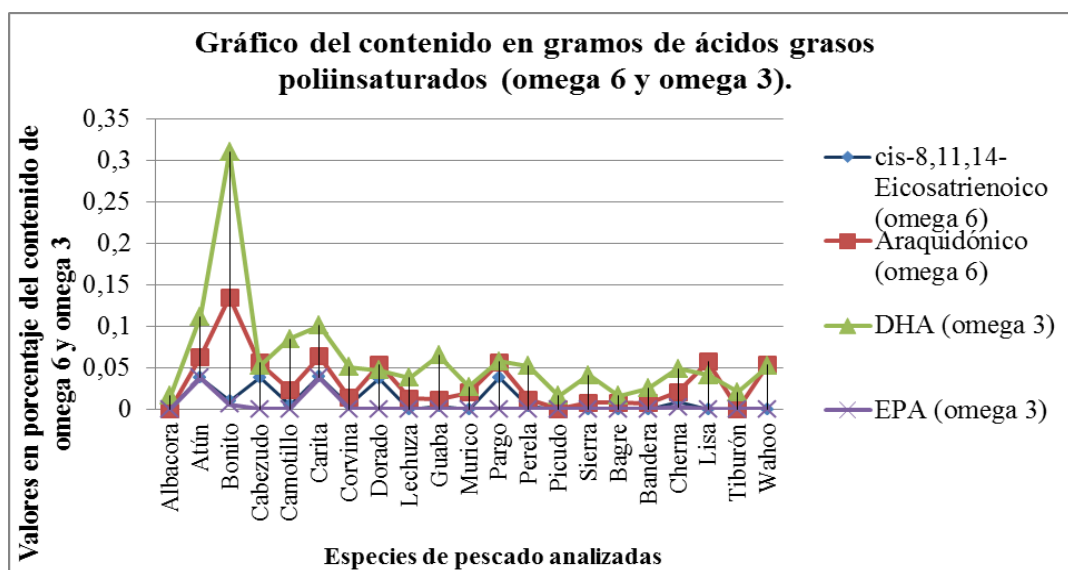


Figura 6. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3 y omega 6) en gramos

Nota: Realizado por, Melisa Vaca, 2016

Con los resultados obtenidos, para el contenido de los ácidos omega 6 que son el ácido *cis*-8-11-14 eicosatrienoico y el ácido araquidónico; se puede señalar que la especie con mayor contenido del ácido *cis*-8-11-14-eicosatrienoico es la carita con 0,040g; mientras que las especies que no presentaron contenido fueron las siguientes: albacora, lechuza, murico, picudo, sierra, bagre, bandera, lisa, tiburón y wahoo. Para el ácido araquidónico la especie que presentó mayor contenido fue el bonito con 0,135g; la albacora, picudo y tiburón, no presentan contenido. Mientras tanto que para los ácidos grasos omega 3 que son el DHA y EPA, se aprecia que la especie con mayor contenido de DHA es el bonito con 0,38g y la especie con menor contenido es la albacora, el picudo y el bagre con 0,016g; para el EPA, las especies con mayor contenido son: atún y la carita con 0,038g cada una y las especies que no presentaron un valor de este ácido graso son: albacora, cabezudo, camotillo, corvina, dorado, lechuza, guaba, murico, pargo, perela, picudo, sierra, bagre, bandera, lisa, tiburón y wahoo.

6. DISCUSIÓN

Existen 2 métodos: el AOAC 996.06 y el AOCS Ce 1h-05 para el análisis de metil ésteres de ácidos grasos, al comparar el método cromatográfico utilizado en esta investigación (AOAC 996.06), con las publicaciones que existen se puede comprobar su eficiencia. Ambos métodos han sufrido alteraciones para adaptarse a las variables de cada laboratorio, en especial se toma en cuenta las dimensiones de la columna y la aplicación específica de la misma. (Clapper, 2009)

En cuanto al análisis de perfil de ácidos grasos esenciales, existen estudios en país que señalan la importancia de dicha investigación. Uno de estos trabajos se titula “Análisis comparativo del perfil de ácidos grasos en aceites de pescado comerciales utilizados en la provincia de el Oro”; en este estudio se realiza una revisión bibliográfica de varias investigaciones con el mismo objetivo. Este trabajo recalca que el pescado presenta un alto valor nutricional por su contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3 y Omega 6), particularmente el EPA y el DHA, hoy en día son valorados por sus propiedades biológicas donde afectan directamente a la salud, el crecimiento y al bienestar humano. (Tacon, 1992) Estos resultados son comparables a los obtenidos en la presente investigación ya existe un mayor contenido de EPA en el atún y carita, en cuanto al DHA existe un mayor porcentaje en el pecado bonito.

La composición en ácidos grasos puede verse afectado por factores ambientales como la época de pesca, temperatura del agua, temperatura ambiental, dieta y factores biológicos como la edad, sexo y tamaño de las especies. De igual manera es imprescindible resaltar que la dieta de los pescados es propensa a sufrir variaciones debido al área geográfica de crecimiento y asentamiento del pez tanto como la estación del año, todos estos factores pueden producir cambios importantes en el contenido de perfil lipídico de los peces.

Estos factores pueden influenciar en el contenido de ácidos grasos en cada especie analizada en el presente estudio, sin embargo, hay que resaltar el mayor contenido en cuanto a ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6 de la especie bonito (*Katsuwonus pelamis*), de la cual hay datos que corroboran su gran contenido de omega 3 y la ventaja de poseer un bajo contenido en grasas saturadas, como se señala en el estudio realizado por Salinas (2010).

Por otra parte, los ácidos grasos monoinsaturados son los compuestos con menor presencia en las muestras analizadas en relación con el contenido de ácidos grasos saturados y ácidos grasos poliinsaturados. Los ácidos grasos totales existentes en todas las especies de pescado, se contempla que la mayor parte son ácidos grasos poliinsaturados y saturados y en cantidades menores se presentan los ácidos grasos monoinsaturados; haciendo válido lo anteriormente mencionado en el acápite 3.3 sobre el alto contenido en omega 3 y omega 6 por parte de animales de origen marino como los pescados.

No se puede demostrar un potencial nutraceutico de los pescados analizados porque para eso se requiere una caracterización físico-química, la cual nos arroja como resultado el valor nutricional. Cabe mencionar que los pescados analizados al contener un alto porcentaje en ácidos grasos son considerados alimentos nutritivos. El contenido de ácidos grasos en los pescados es evidente en cuanto a su composición, pero hay que hacer un énfasis especial a los ácidos grasos esenciales; como lo menciona un estudio realizado en especies de la Isla de Pascua (Chile), donde los resultados demuestran de todas las especies estudiadas el gran porcentaje de EPA, DHA y ácido Araquidónico. Corroborando la presencia de estos ácidos grasos en pescados y también la importancia del consumo de la carne de pescado por su aporte nutritivo, al ser una excelente fuente de ácidos grasos omega 3 y omega 6 es cada vez mayor las recomendaciones en cuanto al consumo de pescado en la dieta diaria (Romero, Paz, Masson, & Pineda, 2000)

7. CONCLUSIONES

1. Se determinó el contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6 mediante cromatografía de gases con detector de llama dando como resultado que el pescado Bonito presenta mayor contenido de DHA con un valor de 0.310 g, mientras que las especies con mayor contenido de EPA son atún y carita con 0.038g cada una.
2. Se determinó el contenido de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) con la sumatoria de los valores promedios de cada ácido de las veintiuna especies de mayor consumo en Manta y Guayaquil, obteniendo como resultados que el pescado con mayor contenido de ácidos grasos saturados es la carita con un valor de 0.313g, para los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, la especie con mayor contenido es el bonito con un valor de 0.221g y 0.49g respectivamente.
3. En la presente investigación se concluye la presencia significativa de ácidos grasos totales en las 21 muestras tomadas de los mercados de Guayaquil y Manta. La muestra con mayor contenido de ácidos grasos saturados es el picudo con un 61,8%; la muestra con mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados es la cherma con el 30% y la muestra con mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados es el bonito con 48.8%; valores en referencia al porcentaje de ácido graso extraído.
4. Las especies con mayor valor nutritivo son: bonito, atún y carita. En función a su contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3 y Omega 6), particularmente el EPA y el DHA, por lo que presentan un alto valor nutricional y su consumo es recomendado para la ingesta diaria de las personas siendo de gran beneficio para la salud.

5. Solo en 4 especies analizadas se obtuvieron valores del ácido graso poliinsaturado omega 3 EPA, mientras que el omega 3 DHA se obtuvo en las veintiuna muestras.

6. En referencia al contenido de los omega 6 (ácido araquidónico y ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico), el primer ácido mencionado se encontró en 18 muestras de las veintiuna analizadas y el segundo se encontró en 11 muestras de las veintiuna especies analizadas.

7. Con los resultados obtenidos podemos concluir que todas las muestras presentan un valor promedio de 41% de ácidos grasos poliinsaturados, de los cuales las muestras analizadas con mayores valores son: bonito, atún, lechuza, guaba, perela, sierra y cherna.

8. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el consumo de carne de pescado habitualmente en la dieta diaria humana.
2. Realizar el perfil lipídico de especies de pescado comercializadas en mercados del Oriente ecuatoriano y compararlo con el perfil lipídico de las especies comercializadas en la Costa ecuatoriana.
3. Para el estudio de los componentes nutraceuticos, se deberá realizar un análisis bromatológico por laboratorios acreditados que cumplan con la norma ISO-9001, para confirmar la autenticidad de los resultados.
4. Es necesario realizar investigaciones a profundidad sobre el consumo del pescado en cada región del Ecuador, ya que se recomienda ingerir este alimento de dos a tres veces a la semana por su gran contenido nutricional.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis* (Quinceava ed.). (H. Kenneth, Ed.) Virginia, USA: AOAC.
- Avdalov, N. (2014). Beneficios del consumo de pescado. *DINARA-INFOPECA*, 30.
- Balsinde, J. (2015, Marzo 13). *Lípidos bioactivos en Biomedicina: Estrategias de estudio y herramientas experimentales*. Retrieved Octubre 5, 2016, from <http://www.balsinde.org>
- bionova. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de bionova: <http://www.bionova.org.es>
- Calvo, M. (2016). Retrieved from sitio web de Bioquímica de los Alimentos: <http://www.milksci.unizar.es>
- CARPEFRESMANTA S.A. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de CARPEFRESMANTA S.A: <http://www.carpefresmanta.com>
- Clapper, G. M. (2009). Fatty Acids By Gas Chromatography. *AAFCO Lab Methods and Service Committee*, 6-7.
- Diario El Comercio. Época de pesca de peces pequeños. (2011, Septiembre). *Época de pesca de peces pequeños*. Retrieved from sitio web de Diario El Comercio: <http://www.elcomercio.com>
- Diario El Telégrafo. (2014, Diciembre). *5 países inician lucha contra las grasas trans. 3 de cada 10 adolescentes en Ecuador sufren el riesgo de padecer colesterol*. Retrieved from sitio web de Diario El Telégrafo: <http://www.eltelegrafo.com.ec>
- Diario El Telégrafo. (2015, Abril). La Isla Puná, entre la pesca y el encanto de su gente. *Diario El Telégrafo*.
- Díaz, D. (2015, Noviembre). Retrieved from sitio web de vitónica: <http://www.vitonica.com>
- Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (2013). Retrieved from sitio web de Proecuador: <http://www.proecuador.gob.ec>

- El Diario. (2011, Febrero). El consumo de pescado aún es bajo en el país. *El Diario Manabita de libre pensamiento*, p. s.n.
- ENSANUT. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la Poblacion Ecuatoriana*. Retrieved from Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la Poblacion Ecuatoriana: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf
- FAO. (2003). Retrieved from sitio web de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org>
- FAO. (2010, 09 09). *El pais como poco pescado*. Retrieved 05 28, 2017, from Subsecretaria de pesca: <http://www.fao.org/3/a-i1820s.pdf>
- FAO. (2015, Noviembre). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos*. Retrieved from sitio web de FAO: <http://www.fao.org>
- fishbase.org. (2016). Retrieved from sitio web de fishbase.org: <http://www.fishbase.org>
- Folch, J., Lees, M., & Sloane, H. (1956, August). A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues. *McClean Hospital Research Laboratories*, 497-509.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). Retrieved Septiembre 27, 2016, from sito web de FAO: <http://www.fao.org>
- García, M., Fernández, M., Castiñeira, M., Martínez, V., López, D., & Nogueira, A. (2014, Febrero). Validación de un método cromatográfico aplicable al control calidad y estudio de estabilidad del pool de aceite hígado de tiburón microencapsulado. *Revista Científica Ars Pharmaceutica*, II(55), 19-24.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (Segunda ed.). (M. Ruiz, Ed.) Madrid: Médica Panamericana.
- Gondi S.A. (2012, Diciembre). Retrieved from sitio web de Gondi S.A: <http://www.2004.ec.all.biz>

- González, A., Kafarov, V., & Guzmán, A. (2009). Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. *Prospect*, VII(2), 53-60.
- Guzmán, A. (2011). *Perfil Lipídico y Contenido de Ácidos Grasos trans en Productos Ecuatorianos de Mayor Consumo*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Haz, M., & Arias, H. (2002). Retrieved from sitio web de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec>
- Henao, L., Duarte, M., Agreda, J., & Gómez, F. (2009). *Espectrofotometría, Métodos espectroanalíticos*. Bogotá, Colombia.
- Horwitz W., L. G. (2005). Official Methods of Analysis de AOAC International. In L. G. Horwitz W., *Official Methods of Analysis de AOAC International* (pp. pp. 20 - 25). Maryland: Ed. AOAC International 18 edición.
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2013). Retrieved Septiembre 27, 2016, from sitio web de Proecuador: <http://www.proecuador.gob.ec>
- Instituto Flora. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de Instituto flora: <http://www.institutoflora.com>
- Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. (2015). Retrieved from sitio web de Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales: <http://www.biogeodb.stri.si.edu>
- International Fishmeal and Fish Oil Organisation. (2008). Retrieved from sitio web de iffo: <http://www.piaschile.cl>
- Koolma, J., & Rohm, K. (2004). *Bioquímica: Texto y Atlas* (Tercera ed.). Madrid, España: Panamericana.
- Linde. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de Linde: <http://www.abellolinde.es>
- Mataix, J., & Gil, Á. (2004). *Libro Blanco de los Omega-3*. Madrid, España: Panamericana.

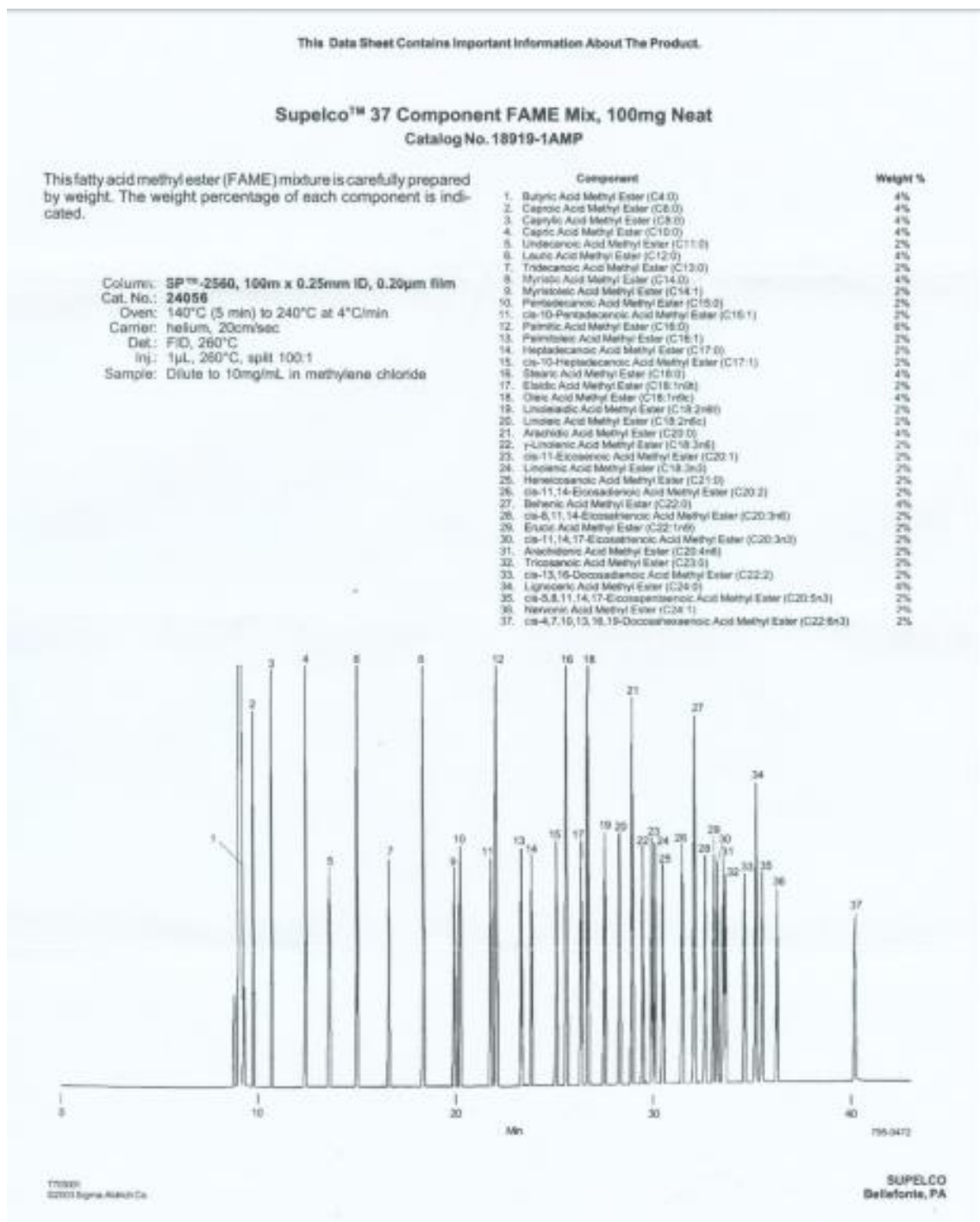
- Meneses, E. (2011, Agosto). Retrieved from sitio web de repositorio de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://www.dspace.espoch.edu.ec>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de Instituto Nacional de Pesca del Ecuador: <http://www.institutopesca.gob.ec>
- Miranda, A., & Martín, O. (2016). Retrieved from sitio web de Cromatografía de gases: <http://www.pendientedemigracion.ucm.es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). Retrieved Septiembre 27, 2016, from sitio web de FAO: <http://www.fao.org>
- Ozores, M. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de Laboratorio de Técnicas Instrumentales UVA: <http://www.laboratoriotecnicasinstrumentales.es>
- Peña, A., Arroyo, Á., Gómez, A., & Tapia, R. (2004). *BIOQUÍMICA* (Segunda ed.). (G. Noriega, Ed.) Méxio D.F, México: LIMUSA S.A.
- Pérez, C. (2016). Retrieved from natursan: <http://www.natursan.net>
- Pescado al Por Mayor. (2014). Retrieved from sitio web de Pescado al Por Mayor: <http://www.es.zakazribi.com>
- Pesnusan Cia. Ltda. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de Pesnusan Cia. Ltda.: <http://www.starnet.com.ec>
- Piglet, G. (1997). *El Pescado. La Alimentación Humana*. Barcelona, España: Ediciones Bellaterra.
- Pinto, A. (2005). El pescado en la dieta. *Nutrición y Salud*, 7-95.
- Rojas, J. (2012). Retrieved from sitio web de Monografías.com: <http://www.monografias.com>
- Romero, N., Paz, R., Masson, L., & Pineda, R. (2000). Composicion en acidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua. *ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION*, 50(3), 304-308.

- Ron, T. (2012). *Estrategias para el Incremento de Consumo de Pescado en el Centro de Desarrollo Infantil MIES. Noviembre 2011 a Febrero 2012*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Enfermería, Quito.
- Salinas, D. (2010). UTILIZACIÓN DE TRES ESPECIES DE ATÚN *Thunus obesus* (BIG EYE), *Thunus albacares* (YELLOW FIN) Y *Katsuwonus pelamis lineaus* (SKIP JACK), PARA LA FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO ESCALDADO TIPO SALCHICHA.
- Salinas, D. (2010). *UTILIZACIÓN DE TRES ESPECIES DE ATÚN Thunus obesus (BIG EYE), Thunus albacares (YELLOW FIN) Y Katsuwonus pelamis lineaus (SKIP JACK), PARA LA FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO ESCALDADO TIPO SALCHICHA* . Tesis ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Salinas, D. (n.d.). *Utilización de tres especies de atún Thunus obesus (BIG EYE), Thunus albacares 8*.
- Sánchez, J. (2006). *Extracción de Ácidos Grasos Insaturados y Obtención del omega 3 de los Residuos Industriales pesqueros Utilizando Tecnologías más limpias*. Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Biología, Lima.
- Tacon, G. (1992). Oxidation of dietary lipids. In Nutritional fish pathology: Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish. In G. Tacon, *Oxidation of dietary lipids. In Nutritional fish pathology: Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish* (pp. 75-330). FAO.
- The IUCN Red List of Threatened Species. (2016, Febrero). Retrieved from sitio web de The IUCN Red List of Threatened Species: <http://www.iucnredlist.org>
- Thomas, P., & Eart, R. (1994). *Enhancing the food supply. En Opportunities in the Nutrition and Food Sciences*. Washington D.C: National Academy Press.
- UHU. (2016, Octubre). Retrieved from sitio web de UHU: <http://www.uhu.es>
- Universidad de Alicante. (2015, Octubre). Retrieved from sitio web de Universidad de Alicante: <http://www.ssti.ua.es>

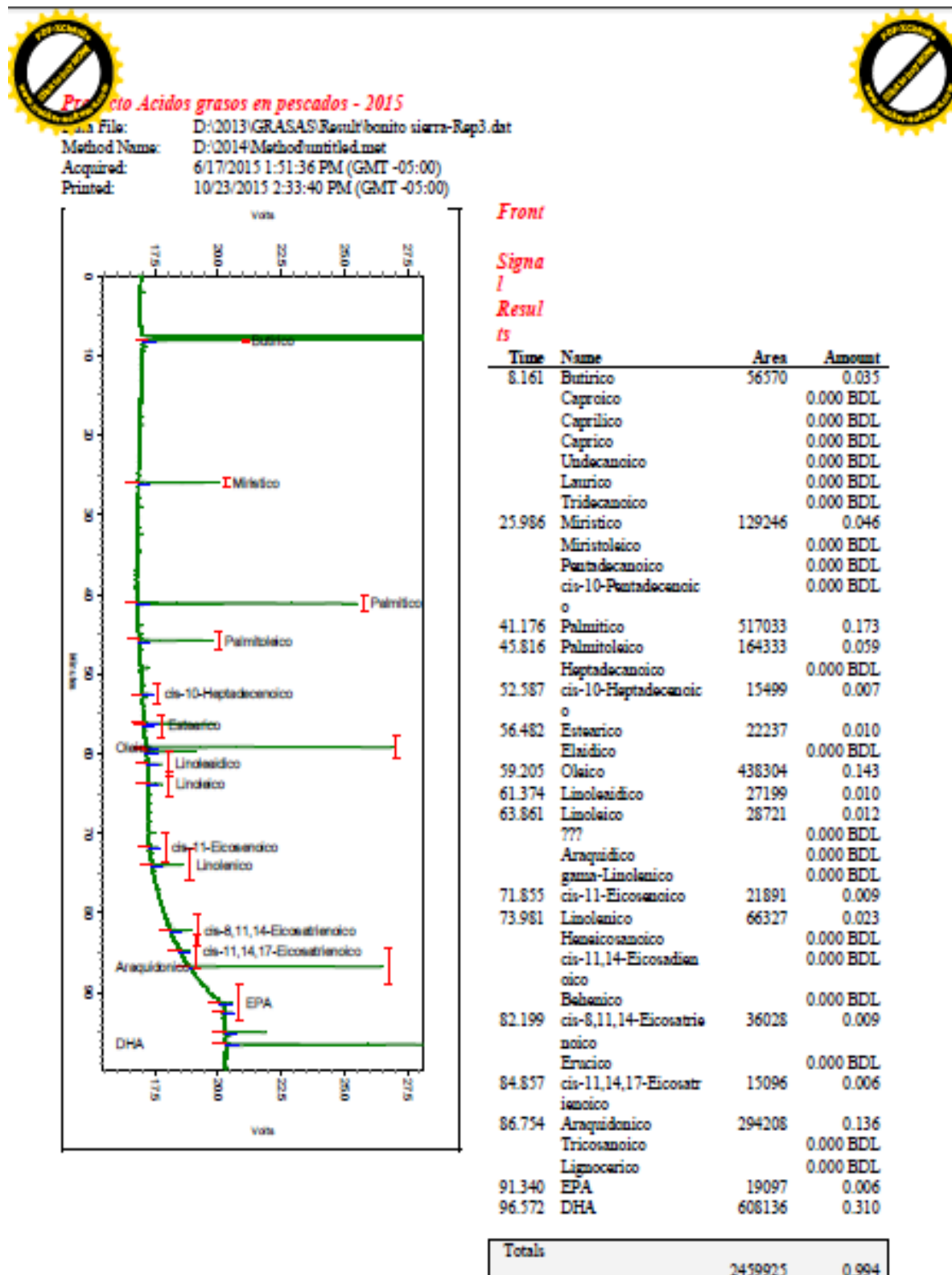
- Valenzuela, A. (2008, Septiembre). Ácidos grasos con isomería trans I. Su origen y los efectos en la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 35(3), 162-171.
- Valenzuela, A., & Morgado, N. (2005, Agosto). Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. *Revista chilena de nutrición*, 32(2).
- Valverde, A., & Osorio, V. (2005). Retrieved from sitio web de ESPOL:
<http://www.dspace.espol.edu.ec>
- Velásquez, G. (2006). *Fundamentos de alimentación saludable* (Primera ed.). Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Vida Sana Ecuador. (2016, Septiembre). Retrieved from sitio web de Vida Sana Ecuador.
Se vincula el consumo de omega 3 con un menor riesgo de ataque cardíaco:
<http://www.vidasanaecuador.com>

10. ANEXOS

Anexo 1. Certificado del estándar de metil ésteres de ácidos grasos



Anexo 2. Resultado del cromatograma obtenido del bonito

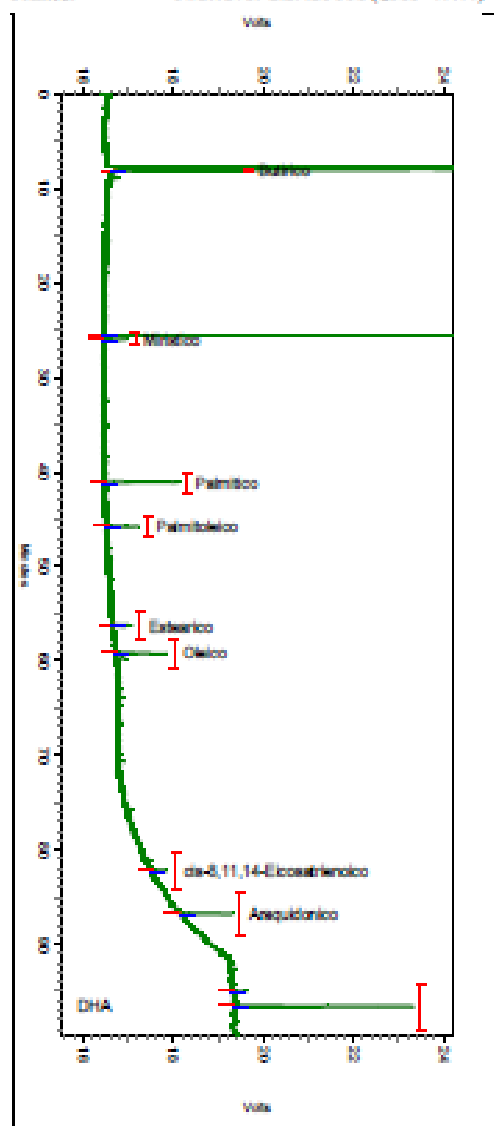


Anexo 3. Resultado del cromatograma obtenido del camotillo



Proyecto Acidos grasos en pescados - 2015

File: D:\2013\GRASAS\Result\camotillo-Rep1.dat
 Method Name: D:\2014\Method\untitled.met
 Acquired: 6/17/2015 8:50:13 PM (GMT -05:00)
 Printed: 10/23/2015 2:29:21 PM (GMT -05:00)



Front

Sigma

I

Result

ts

Time	Name	Area	Amount
8.160	Butirico	45626	0.028
	Caproico		0.000 BDL
	Caprilico		0.000 BDL
	Caprico		0.000 BDL
	Undecanoico		0.000 BDL
	Laurico		0.000 BDL
	Tridecanoico		0.000 BDL
25.954	Mirístico	24065	0.011
	Mirísticooleico		0.000 BDL
	Pentadecanoico		0.000 BDL
	cis-10-Pentadecenoico		0.000 BDL
	o		
41.122	Palmítico	99634	0.038
45.785	Palmíticooleico	40169	0.016
	Heptadecanoico		0.000 BDL
	cis-10-Heptadecenoico		0.000 BDL
	o		
56.257	Estearico	18052	0.009
	Eláidico		0.000 BDL
59.177	Oleico	52525	0.020
	Linoleáidico		0.000 BDL
	Linoleico		0.000 BDL
	???		0.000 BDL
	Araquidico		0.000 BDL
	gamma-Linolenico		0.000 BDL
	cis-11-Eicosenoico		0.000 BDL
	Linolenico		0.000 BDL
	Henicosanoico		0.000 BDL
	cis-11,14-Eicosadienico		0.000 BDL
	oico		
	Behenico		0.000 BDL
82.206	cis-8,11,14-Eicosatrienoico	14970	0.005
	Eruico		0.000 BDL
	cis-11,14,17-Eicosatrienoico		0.000 BDL
	oico		
86.755	Araquidónico	47028	0.023
	Lignocérico		0.000 BDL
	EPA		0.000 BDL
96.558	DHA	163653	0.084

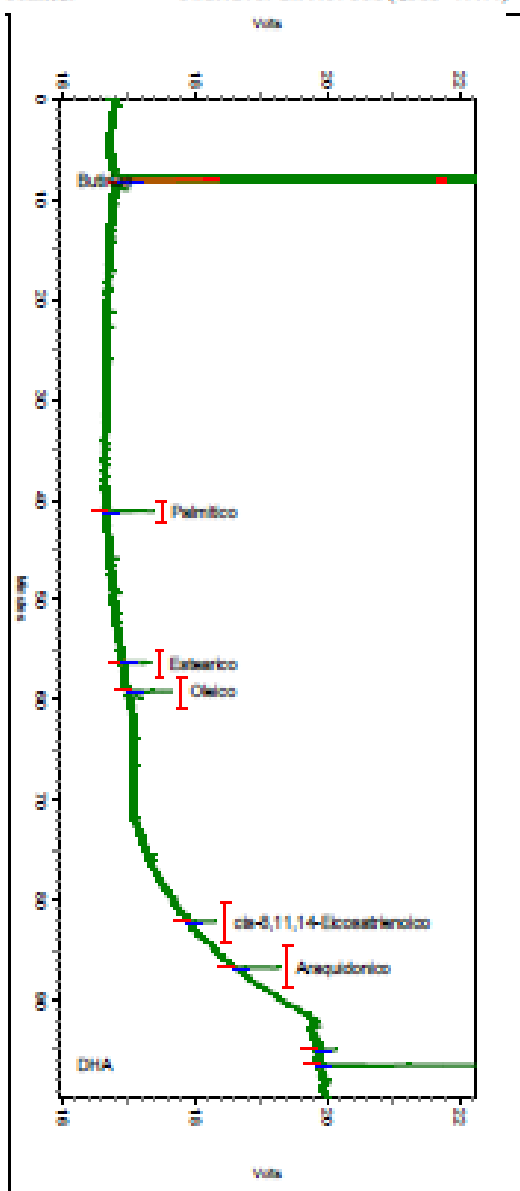
Totals		505722	0.233
--------	--	--------	-------

Anexo 4. Resultado del cromatograma obtenido de la corvina



Proyecto Acidos grasos en pescados - 2015

File: D:\2013\GRASAS\Result\corvina-Repl.dat
 Method Name: D:\2014\Method\untitled.met
 Acquired: 6/17/2015 3:36:17 PM (GMT -05:00)
 Printed: 10/23/2015 2:33:10 PM (GMT -05:00)



Front

Sigma

Result

ts

Time	Name	Area	Amount
8.159	Butirico	71701	0.044
	Caproico	0.000	BDL
	Caprilico	0.000	BDL
	Caprico	0.000	BDL
	Undecanoico	0.000	BDL
	Laurico	0.000	BDL
	Tridecanoico	0.000	BDL
	Mirístico	0.000	BDL
	Miristoico	0.000	BDL
	Pentadecanoico	0.000	BDL
	cis-10-Pentadecenoico	0.000	BDL
	o		
41.126	Palmítico	43672	0.020
	Palmitoico	0.000	BDL
	Heptadecanoico	0.000	BDL
	cis-10-Heptadecenoico	0.000	BDL
	o		
56.247	Estearico	18324	0.009
	Eláidico	0.000	BDL
59.190	Oleico	29198	0.012
	Linoléidico	0.000	BDL
	Linoleico	0.000	BDL
	???	0.000	BDL
	Araquidico	0.000	BDL
	gamma-Linolenico	0.000	BDL
	cis-11-Eicosenoico	0.000	BDL
	Linolenico	0.000	BDL
	Henicosanoico	0.000	BDL
	cis-11,14-Eicosadienico	0.000	BDL
	oico		
	Behenico	0.000	BDL
82.201	cis-8,11,14-Eicosatrienoico	19428	0.006
	Erucico	0.000	BDL
	cis-11,14,17-Eicosatrienoico	0.000	BDL
86.745	Araquidónico	27400	0.014
	Tricosanoico	0.000	BDL
	Lignocerico	0.000	BDL
	EPA	0.000	BDL
96.558	DHA	101058	0.052
Totals		310781	0.157

Anexo 5. Fotos del mercado de Manta y Guayaquil donde se obtuvo las muestras.



Anexo 6. Cromatógrafo de gases marca Agilent Technologies 7890A



Anexo 7. Materiales utilizados para la preparación de la muestra



Rotavapor



Embudos de separación con muestras



Procesador de alimentos marca *Oster*



Balanza analítica

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Melisa Araceli Vaca Valencia, con CC. 1722758495 autora del trabajo de graduación intitulado: “Determinación del potencial nutracéutico de pescados crudos comercializados en Guayaquil y Manta en función del contenido de ácidos grasos omega 6 y omega 3”, previa la obtención del grado académico de **LICENCIADA EN CIENCIAS QUÍMICAS CON MENCIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA** en la facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para que su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 20 de junio de 2017

f)

CC# 1722758495