



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE PECES MARINOS COMERCIALES DE LAS  
FAMILIAS: CARANGIDAE (*Trachurus lathami*); CLUPEIDAE (*Sardinella aurita*,  
*Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*); MUGILIDAE (*Mugil liza*) Y  
SCIAENIDAE (*Cynoscion leiarchus*, *Micropogonias furnieri*)  
(Modalidad: Investigación)

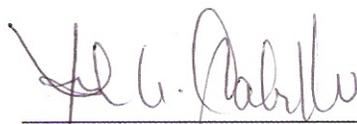
ROSAURA MARÍA MARTÍNEZ GIL

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2009

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE PECES MARINOS COMERCIALES DE LAS  
FAMILIAS: CARANGIDAE (*Trachurus lathami*); CLUPEIDAE (*Sardinella aurita*,  
*Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*); MUGILIDAE (*Mugil liza*) Y  
SCIAENIDAE (*Cynoscion leiarchus*, *Micropogonias furnieri*)

APROBADO POR:



---

Prof. Ana Mercedes Cabello  
Asesora



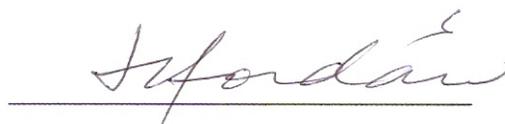
---

Prof. Luz Bettina Villalobos  
Co-asesora



---

Jurado Principal



---

Jurado Principal

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
LISTA DE TABLAS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE ABREVIATURAS .....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	14
De Campo .....	14
De Laboratorio .....	14
Extracción de lípidos totales .....	14
Transesterificación de los lípidos totales .....	15
Cuantificación y caracterización de los ácidos grasos en los lípidos totales .....	16
Análisis Estadísticos .....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
Determinación de los lípidos totales .....	17
Análisis de los ácidos grasos por cromatografía de gases.....	21
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES .....	35
BIBLIOGRAFÍA .....	36
ANEXOS .....	40
APÉNDICE.....	42

## DEDICATORIA

A *Dios Todopoderoso* y a la *Virgen del Valle* por darme todo lo que tengo, no dejarme caer nunca y permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

A *San Judas Tadeo* por haberme concedido su ayuda en los momentos difíciles.

A mi madre *Livia* por haberme educado. Gracias por tus consejos, por el amor que siempre me has brindado y por estar conmigo incondicionalmente.

A mi padre *Miguel* por el amor, el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que siempre me brindaste para culminar mi carrera.

A mi tía *Bertha*, mi segunda madre, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.

A mi hermana *Aura Rosa* por la confianza que siempre nos hemos tenido, por contar con ella para todo y en todo momento y por el apoyo, cariño y amistad que siempre me da.

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora *Ana M. Cabello* por asesorarme a lo largo de la tesis y acompañarme en este camino que hoy culmina.

A la profesora *Luz B. Villalobos* por aceptar ayudarme para realizar las correcciones del trabajo de grado e igualmente asesorarme.

Al *Instituto Universitario de Tecnología Cumaná*, muy especialmente al profesor *Gabriel Salazar* por permitirme trabajar a su lado, compartir sus conocimientos conmigo y por la amistad brindada. Gracias por todo...

A los TSU *María J. Melchor* y *Jesús Campos* por su tiempo, ayuda y valiosa colaboración para la culminación de este proyecto.

A mis amigos *Alberto, Alina, Elsy, Héctor, Rafael (fae)* y *Zailé*, gracias por ayudarme, aconsejarme, regañarme, compartir risas y llantos, y estar conmigo a lo largo de mi carrera e incluso después.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ácidos saturados e insaturados que se encuentran en la naturaleza. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2. Porcentajes de lípidos totales de peces marinos de las familias: Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae..... 17

Tabla 3. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de la especie marina *Trachurus lathami* (Familia Carangidae)..... 23

Tabla 4. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de las especies marinas: *Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*, *Sardinella aurita* (Familia Clupeidae) ..... 24

Tabla 5. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de la especie marina *Mugil liza* (Familia Mugilidae)..... 25

Tabla 6. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de las especies marinas: *Cynoscion leiarchus*, *Micropogonias furnieri* (Familia Sciaenidae)..... 26

Tabla 7. Composición porcentual de ácidos grasos de las familias  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 de algunos peces marinos de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae ..... 32

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. *Trachurus lathami* (Nichols, 1920) ..... 2
- Figura 2. *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. *Ophisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818)....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4. *Sardinella aurita* (Cuvier, 1847) .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 5. *Mugil liza* (Valencianis, 1836) .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 6. *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) .**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 7. *Cynoscion leiarchus* (Cuvier, 1830).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 8. Estructura de un ácido graso saturado (AGS).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 9. Estructura de ácidos grasos insaturados. (a). Ácido graso monoinsaturado  
(b) Ácido graso poliinsaturado.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 10. Estructura del ácido docosahexaenoico (22:6  $\omega$ -3), indicándose las diferentes formas de numerar a los ácidos grasos.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 11. Estructura de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3: (a) Ácido eicosapentaenoico, (b) Ácido docosahexaenoico.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 12. Variación de los lípidos totales de peces marinos de las familias: Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae.....28
- Figura 13. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Trachurus lathami*. .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 14. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Ophisthonema oglinum*....**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 15. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de <i>Sardinella aurita</i> .....	28
Figura 16. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de <i>Harengula clupeiola</i> .....	28
Figura 17. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de <i>Mugil liza</i> .....	29
Figura 18. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de <i>Cynoscion leiarchus</i> . ....	29
Figura 19. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de <i>Micropogonias furnieri</i> . .. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 20. Variación de la composición de los ácidos grasos de lípidos totales de peces marinos de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae.....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG: Ácidos grasos.  
AGI: Ácidos grasos insaturados.  
AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados.  
AGNI: Ácidos grasos no identificados.  
AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados.  
AGS. Ácidos grasos saturados.  
*C l*: *Cynoscion leiarchus*.  
*H c*: *Harengula clupeola*.  
*M f*: *Micropogonias furnieri*.  
*M l*: *Mugil liza*.  
*O o*: *Ophisthonema oglinum*.  
*S a*: *Sardinella aurita*.  
*T l*: *Trachurus lathami*.

## RESUMEN

Actualmente se ha puesto gran énfasis en el estudio de los ácidos grasos en alimentos de origen marino, debido a su gran aporte benéfico desde el punto de vista nutricional. Para obtener una mayor información, acerca de la composición de la materia grasa presente en especies marinas, consumidas por la población de Cumaná, se analizaron siete especies de pescados: cataco (*Trachurus lathami*) (familia Carangidae); machuelo (*Ophisthonema oglinum*), sardina (*Sardinella aurita*), carapachona (*Harengula clupeola*) (familia Clupeidae); lebranche (*Mugil liza*) (familia Mugilidae); curvinata blanca (*Cynoscion leiarchus*), roncadador (*Micropogonias furnieri*) (familia Sciaenidae), obtenidos del mercado municipal. Se determinaron los lípidos totales por gravimetría y el perfil de ácidos grasos por cromatografía gas-líquido para cada especie. De acuerdo al contenido graso, sardina y machuelo presentaron el mayor porcentaje de lípidos con valores de 3,84 y 3,48%, respectivamente. El perfil de ácidos grasos, expresado como porcentaje de ésteres totales, mostró que el grupo más importante fue el de los ácidos grasos saturados (39,06 – 55,40%), seguido por los ácidos grasos insaturados (30,48 – 46,84%). El ácido palmítico (C 16:0) fue el principal componente entre los ácidos grasos saturados, mientras que el ácido oleico (C 18:1) fue el principal entre los monoinsaturados. Entre los ácidos grasos omega-3 se destacaron el ácido eicosapentaenoico (EPA C 20:5  $\omega$ -3) y ácido docosahexaenoico (DHA C 22:6  $\omega$ -3) con un rango entre 1,77 – 10,93% y 5,70 – 12,08%, respectivamente. De la familia omega-6 se destacó el ácido araquidónico (AA C 20:4  $\omega$ -6) con un rango entre 1,28 – 6,53%. Considerando la composición de los ácidos  $\omega$ -3 y el contenido lipídico, la sardina fue la especie con mayor contenido, mientras que el lebranche presentó el mayor porcentaje de ácidos grasos  $\omega$ -6. En general, los datos obtenidos además de caracterizar y diferenciar las especies estudiadas representan una información valiosa para el consumidor y una herramienta para los sistemas de control de calidad de comercialización de productos pesqueros derivados de éstas.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Venezuela es el país pesquero más importante del área del Atlántico, con una producción anual que oscila entre 505 741 y 560 000 toneladas métricas de pescados (FAO, 2004). En su gran extensión territorial, el país posee tanto en sus ambientes marinos como fluviales, recursos pesqueros que se caracterizan por su alta diversidad y potencialidad, sobre los cuales se han desarrollado explotaciones comerciales de creciente importancia a lo largo de los últimos años (Gómez, 2001).

La actividad pesquera en Venezuela se centra principalmente en la producción de especies marinas siendo ésta de origen artesanal e industrial de altura. Ambas generan un importante nivel de empleo y de movimiento industrial dentro del sector pesquero (Marcano, 2000).

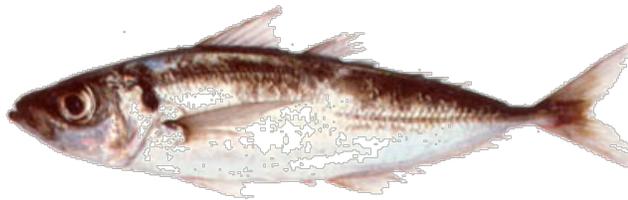
Con respecto al total de las capturas reportadas por las diferentes pesquerías, el sector marítimo artesanal contribuye con hasta un 70 % de las capturas totales. El sector industrial atunero aporta alrededor de un 23 % del total general proviniendo la mayor proporción de las capturas del Océano Pacífico Oriental, área en la cual Venezuela mantiene la tercera flota cerquera operativa. La industria de arrastre, por su parte, genera solo un 6 % de la producción, concentrando sus actividades en el Golfo de Venezuela, Golfo Triste, Plataforma de Unare, costa norte del estado Sucre, noroeste de la Isla de Margarita, Golfo de Paria y zona atlántica, frente al Delta del Río Orinoco (Marcano, 2001).

Los peces de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae están bien representadas en Venezuela por numerosos géneros, siendo estas familias muy

abundantes y con gran importancia económica, constituyendo así las especies de *Trachurus lathami*, *Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*, *Sardinella aurita*, *Mugil liza*, *Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus* un porcentaje muy elevado de captura de pesca (Cervigón, 1996). Muchos de estos géneros han alcanzado una importante distribución comercial, la cual se ha incrementado significativamente debido al uso industrial, que, a través del fileteado, se ha venido dando desde hace más de ocho años, particularmente en la región oriental del país (Moreno, 1985).

Para el conocimiento de las características más resaltantes de estas especies estudiadas en este trabajo de investigación, aparecen a continuación la descripción de ellas (Cervigón, 1996).

Figura 1. *Trachurus lathami* (Nichols, 1920)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Trachurus*

Especie: *T. lathami*

Nombre vulgar: Cataco garretón.

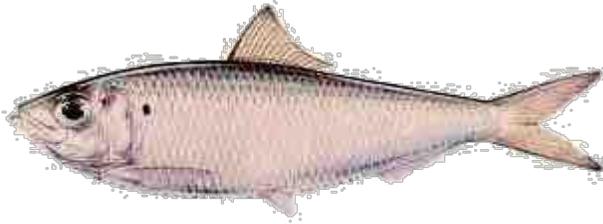
Características: Se distingue de todas las demás especies de Carangidae por tener las escamas de la parte anterior de la línea lateral transversalmente alargadas; parecidas a los escudetes de la parte posterior pero sin quillas ni espinas.

Hábitat: Pelágico costero.

Distribución: Desde Maine hasta Venezuela y todo el Golfo de México.

Alimentación: Restos de pequeños Engraulidae (caminagua, zabaleta).

Figura 2. *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeidae

Género: *Harengula*

Especie: *H. clupeola*

Nombre vulgar: Carapachona.

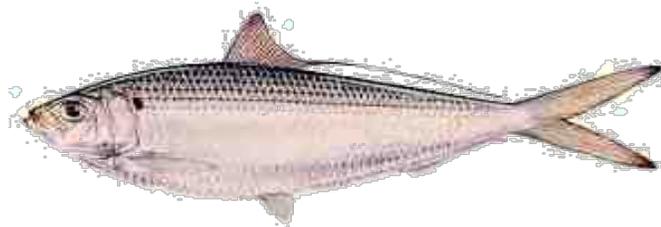
Características: El número de branquias y escudetes es muy importante para su identificación. Carece de las estrías longitudinales amarillas características de los adultos de *H. humeralis*, las escamas son fuertes y están firmemente adheridas, siendo fácil conseguir los ejemplares con la escamación completa. A simple vista se distingue de *H. pensacolatae* por tener el cuerpo más alargado.

Hábitat: Pelágico costanero. Ejemplares de pequeño tamaño se encuentran a menudo en la orilla de las playas, formando cardúmenes. Se encuentran también en las aguas salobres de las desembocaduras de los ríos.

Distribución: América del Sur; de Yucatán al Brasil.

Alimentación: Camarones de pequeño tamaño, ostrácodos, copépodos, etc.

Figura 3. *Ophisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeida

Género: *Ophisthonema*

Especie: *O. oglinum*

Nombre vulgar: Machuelo.

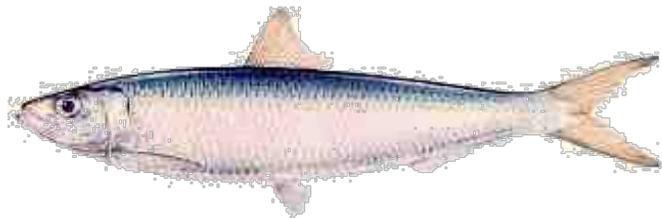
Características: Se distingue bien esta especie de las del resto de la familia por tener el último radio de la dorsal sumamente prolongado. Pectorales largas. Cuerpo alto y comprimido. Cabeza corta y alta. Mandíbula inferior ligeramente prominente. Escamas grandes.

Hábitat: Son pelágicos costaneros y en ocasiones se acercan mucho a la costa.

Distribución: Desde el Golfo de Maine y Bermudas hasta Río de Janeiro; también en el Golfo de México.

Alimentación: Pequeños peces, cangrejos y camarones. Los jóvenes se alimentan de larvas de crustáceos y otros organismos planctónicos.

Figura 4. *Sardinella aurita* (Cuvier, 1847)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeidae

Género: *Sardinella*

Especie: *S. aurita*

Nombre vulgar: Sardina, arenque.

Características: Se distingue particularmente esta especie por tener menos de 30 radios en la aleta anal, por el elevado número de branquias y por tener los

escudetes ventrales débiles. Cuerpo alargado y comprimido. Rostro largo, igual o ligeramente mayor que el ojo. Boca pequeña. Dientes pequeños en mandíbulas y lengua.

Hábitat: Pelágico costanero. Forma cardúmenes a veces muy compactos y de forma más o menos circular que los pescadores denominan “rollos” o “rollería”.

Distribución: Desde las costas de Florida (U.S.A) hasta el sur de Brasil.

Alimentación: Pequeños organismos planctónicos. Ostrácodos, huevos de peces, moluscos gasterópodos planctónicos, restos de anfípodos, larvas de camarones.

Figura 5. *Mugil liza* (Valencianis, 1836)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Mugilidae

Género: *Mugil*

Especie: *M. liza*

Nombre vulgar: Lebranche.

Características: El lebranche es característico por tener la cabeza muy aplastada dorsoventralmente, claramente más ancha que alta.

Hábitat: Muy similar al de *Mugil curema* penetra en las lagunas, encontrándose a menudo en zonas de solo unos pocos centímetros de agua; forma cardúmenes en mar abierto de considerable número de individuos que a menudo se acercan mucho a la orilla de las playas pudiéndose capturar con facilidad.

Distribución: Desde Bermudas y sur de Florida hasta la Argentina.

Alimentación: Es muy variada predominando especialmente detritus del fondo

fangoso y organismos del mismo, algas, etc.

Figura 6. *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Sciaenidae

Género: *Micropogonias*

Especie: *M. furnieri*

Nombre vulgar: Roncador.

Características: La coloración y el poseer una serie de pequeños barbillones a cada lado de la mandíbula inferior permiten distinguir bien esta especie del resto de los Sciaenidae. El cuerpo es alto, la mandíbula pequeña, horizontal y situada en posición ventral.

Hábitat: Fondos arenosos y fangosos someros; aproximadamente hasta 30 brazas de profundidad.

Distribución: Desde el mar Caribe hasta la Argentina.

Alimentación: Gusanos anélidos, crustáceos decápodos, camarones, pequeños peces.

Figura 7. *Cynoscion leiarchus* (Cuvier, 1830)



Clasificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Sciaenidae

Género: *Cynoscion*

Especie: *C. leiarchus*

Nombre vulgar: Curvinata blanca.

Características: La más importante es el elevado número de radios en la anal.

Hábitat: Fondos someros arenosos o fangosos en aguas salobres.

Distribución: Desde el Mar Caribe hasta el Brasil.

Alimentación: Restos de peces.

El pescado es uno de los alimentos más complejos por la calidad y cantidad de nutrientes que aporta: una ración promedio de 100 gramos cubre más del 50 % de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO (Fennema, 1985); estas proteínas son de elevado valor biológico, con una digestibilidad superior al 80% y una eficiencia proteica similar o superior a la del patrón caseína; entre un 10 – 20% de minerales, cantidades variables de vitaminas hidrosolubles, un porcentaje importante de las vitaminas liposolubles A, D y E; y un contenido de grasa muy variable (Navarro, 1991; Lowell, 1978).

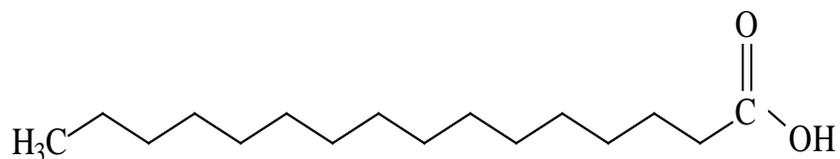
Los peces son ricos en lípidos, entre 20 – 30%, y éstos se caracterizan por estar conformados por ácidos grasos de gran interés para la alimentación tales como el ácido linoleico o el linolénico. Estos tienen relación con el valor del alimento que viene dado por el contenido de proteínas, grasa e hidratos de carbono. En el pescado, el hidrato de carbono es muy bajo o insignificante, por lo que el valor energético vendrá dado por los contenidos de grasas y proteínas (Huss, 1998). La proporción de lípidos y de ácidos grasos en el cuerpo de los animales, entre ellos los peces, está íntimamente relacionada con el estado fisiológico del organismo, el crecimiento, su dieta, las relaciones del organismo ante las variaciones del medio y en general con todos los factores internos que inciden en un momento dado de la vida de cada

individuo (Herrera, 1989; Maza, 1991).

Los lípidos son constituyentes importantes de la estructura de las membranas celulares, cumplen funciones energéticas y de reserva metabólica, y forman la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares (Sastry, 1985). Además, algunos lípidos tienen el carácter de esenciales debido a que no pueden ser sintetizados a partir de estructuras precursoras (Spector, 1999). Dentro de la gran diversidad estructural que caracteriza a los lípidos, los ácidos grasos son quizás las estructuras de mayor relevancia, estos constan de una cadena alquílica hidrocarbonada con un grupo carboxilo terminal y responden a la fórmula RCOOH (Murray *et al.*, 1998).

Los ácidos grasos de acuerdo con sus características estructurales se dividen en dos grandes grupos: ácidos grasos saturados (AGS) y ácidos grasos insaturados (AGI). Los ácidos grasos saturados son los que carecen de dobles o triples enlaces en su cadena alquílica (figura 8), lo cual les permite cristalizar fácilmente por lo que, a partir de 10 carbonos, son sólidos a temperatura ambiente (Lehninger, 2000).

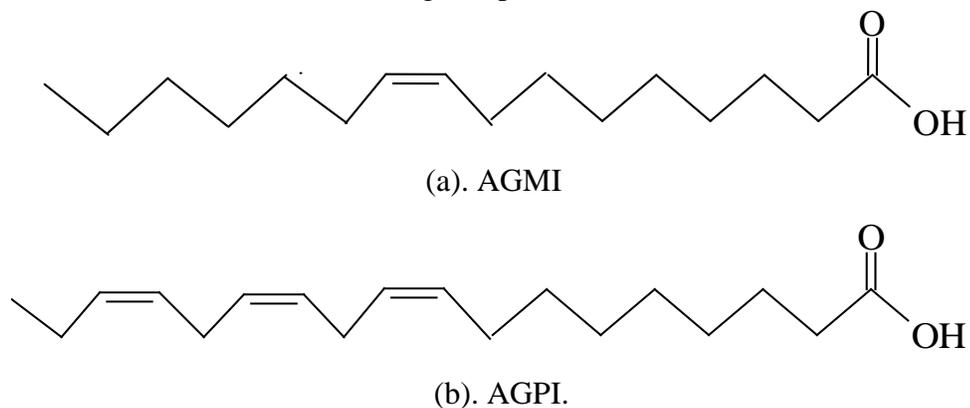
Figura 8. Estructura de un ácido graso saturado (AGS)



Los ácidos grasos insaturados son aquéllos que presentan uno o más dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada, por lo general con configuraciones de tipo *cis* y separados al menos por un grupo metilo (figura 9). Si solo contienen un doble enlace se les denominan ácidos grasos monoinsaturados o monoenoicos (AGMI) y cuando

contienen dos o más dobles enlaces se les clasifican como ácidos grasos poliinsaturados o polienoicos (AGPI).

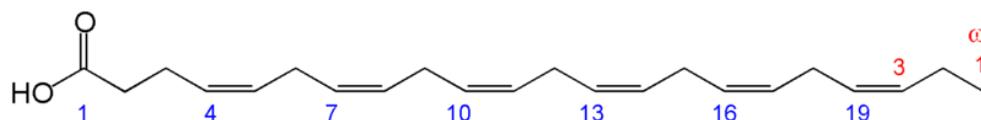
Figura 9. Estructura de ácidos grasos insaturados. (a). Ácido graso monoinsaturado  
(b) Ácido graso poliinsaturado.



En los ácidos grasos insaturados, la presencia de enlaces dobles dificulta la formación de cristales, por lo que estas grasas tanto monoinsaturadas como poliinsaturadas son aceites a temperatura ordinaria.

Según las normas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), utilizadas de forma general, la cadena de los ácidos grasos se numera a partir del carbono del carboxilo, que es entonces el número 1. La posición de los dobles enlaces se indica utilizando la letra griega delta ( $\Delta$ ). Ahora bien, en las ramas científicas que consideran los ácidos grasos desde el punto de vista biológico y no puramente químico, se utiliza otra nomenclatura, numerando la cadena a partir del metilo. En este caso, la posición de los dobles enlaces se indica con la letra griega omega ( $\omega$ ), o con la letra n (Murray *et al.*; 1998). En la figura 10, se ejemplifican las diferentes formas de numerar los ácidos grasos, donde la numeración en azul corresponde a la nomenclatura IUPAC y la numeración en rojo a la nomenclatura  $\omega$ .

Figura 10. Estructura del ácido docosahexaenoico (22:6  $\omega$ -3), indicándose las diferentes formas de numerar a los ácidos grasos.



El nombre sistemático para un ácido graso deriva de su hidrocarburo de origen por sustitución de la “o” final de la terminación “oico”. A continuación, en la tabla 1, se muestran algunos de los ácidos grasos saturados e insaturados que se encuentran en la naturaleza (Lehninger, 2000).

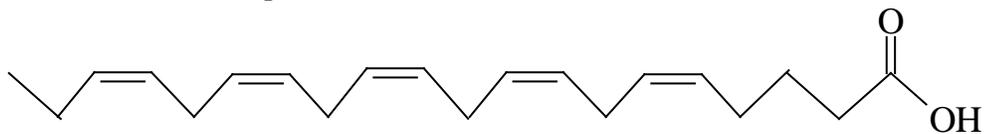
Tabla 1. Ácidos saturados e insaturados que se encuentran en la naturaleza.

Designación taquigráfica	Nombre común	Nombre sistemático	Familia
4:0	Butírico	Butanoico	-
8:0	Caprílico	Octanoico	-
10:0	Cáprico	Decanoico	-
14:0	Mirístico	Tetradecanoico	-
16:0	Palmítico	Hexadecanoico	-
20:0	Araquídico	Eicosanoico	-
22:0	Behénico	Docosanoico	-
24:0	Lignocérico	Tetracosanoico	-
16:1	Palmitoleico	<i>cis</i> -9-hexadecenoico	$\omega$ -7
18:1	Oleico	<i>cis</i> -9-octadecenoico	$\omega$ -9
20:1	Gadoleico	11-eicosaenoico	$\omega$ -9
18:2	Linoleico	9,12-octadecadienoico	$\omega$ -6
18:3	$\alpha$ -linolénico	9,12,15-octadecatrienoico	$\omega$ -3
18:3	$\beta$ -linolénico	6,9,12-octadecatrienoico	$\omega$ -6
20:3	Dihomo- $\gamma$ -linolénico	8,11,14-eicosatrienoico	$\omega$ -6
20:4	Araquidónico	5,8,11,14-eicosatetraenoico	$\omega$ -6
20:5	Timnodónico (EPA)	5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	$\omega$ -3
22:4	Adrénico	7,10,13,16-docosatetraenoico	$\omega$ -6
22:5	Clupanodónico	7,10,13,16,19-docosapentaenoico	$\omega$ -3
22:6	Cervónico (DHA)	4,7,10,13,16,19-docosahexenoico	$\omega$ -3

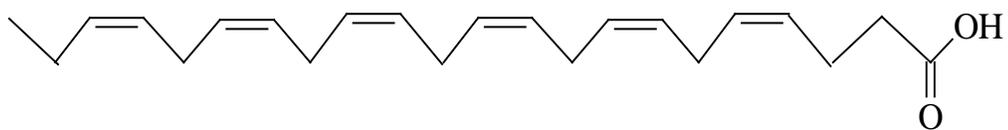
En los ácidos grasos insaturados existen tres principales familias  $\omega$ , la familia  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 y  $\omega$ -9, y en los animales las transformaciones entre ácidos por extensión de la cadena siempre producen otro de la misma familia o de otra con distancia mayor, pero no menor. De éstas, las dos primeras familias,  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, se forman respectivamente, a partir de los ácidos linolénico y linoleico, y se consideran ácidos grasos esenciales para el hombre (Murray *et al.*, 1998; Lehninger, 2000).

Los peces constituyen una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados que se consideran esenciales para el hombre y éste no puede sintetizarlos, por lo que deben ser suministrados en la dieta; principalmente el ácido docosahexaenoico (22:6  $\omega$ -3) y el eicosapentaenoico (20:5  $\omega$ -3) (figura 11), para los cuales se ha demostrado que juegan un papel muy importante en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares y cerebro vasculares, cáncer y artritis. Además, los seres vivos requieren estos ácidos para su reproducción y también están envueltos en el desarrollo y funcionamiento de la retina y la corteza cerebral, entre otras funciones (Romero *et al.*, 2000; Castro *et al.*, 2007).

Figura 11. Estructura de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3: (a) Ácido eicosapentaenoico, (b) Ácido docosahexaenoico.



(a) C 20:5  $\omega$ -3



(b) C 22:6  $\omega$ -3

La determinación del perfil de ácidos grasos en peces consiste en romper la cadena lipídica para obtener los ácidos grasos individuales (hidrólisis). Mientras más se aproxime el patrón de ácidos grasos esenciales de los lípidos a los requerimientos de los ácidos grasos esenciales de las especies mayor será su valor nutricional y utilización. El nivel de algún ácido graso esencial, en particular presente en el alimento proteínico, es idéntico al nivel de ese ácido graso esencial, requerido por el pez cuando se expresa como porcentaje total de los ácidos grasos esenciales (Izquierdo *et al.*, 2000).

A menudo es necesario identificar y cuantificar los ácidos grasos individuales de una mezcla, tanto en estudios metabólicos como en las investigaciones de los lípidos. Los usos de la cromatografía o de la electroforesis son adecuados para averiguar el número y la cantidad relativa de los diferentes ácidos grasos presentes en la muestra, en especial la eficacia de la cromatografía de gas-líquido. Esta técnica es muy conocida como una herramienta que ha marcado grandes avances en el campo de la biología, bioquímica, química orgánica y sobre todo en las ciencias de los alimentos, donde ha tenido aplicación en análisis de múltiples sustancias y particularmente en los ácidos grasos (Milano *et al.*, 2005).

La ventaja de la cromatografía de gas-líquido con su extrema sensibilidad es que permite separar mezclas de cantidades muy pequeñas y el hecho de que las columnas se puedan usar repetidamente. La aplicación de esta técnica utilizando las columnas capilares modernas, ofrecen excelentes separaciones que han mostrado que los lípidos naturales contienen una amplia variedad de ácidos grasos que no se habían detectado (Shanta y Napolitano, 1992).

En Venezuela se han realizado algunos trabajos sobre la composición de los ácidos grasos en peces marinos, entre estas especies se encuentran, la pulpa de la cachama *Colossoma macropumum* y la sardina *Sardinella anchovia* (Ortiz y Bello,

1994), reportándose que el ácido graso monoinsaturado predominante fue el oleico (18:1), así como los ácidos grasos poliinsaturados de la serie  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3; *Cynoscion sp* y *Mugil curema* (Izquierdo *et al.*, 2000); *Sardinella aurita* (Valls *et al.*, 2006). Estas investigaciones ponen en evidencia la rica fuente de ácidos grasos presentes en estos animales, así como también los ácidos grasos poliinsaturados del tipo  $\omega$ -3, los cuales son fundamentales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual de los humanos (Valenzuela y Nieto, 2003).

Todo lo antes expuesto ha conducido a que, hoy en día, los análisis de la composición de ácidos grasos en especies marinas que pueden ser consumidas por el hombre, tenga una mayor importancia para la humanidad, ya que este tipo de estudios permite conocer las propiedades alimenticias que tienen estos organismos. De allí, que en la presente investigación se haya evaluado, el perfil de ácidos grasos en peces marinos comerciales de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae, a fin de identificar los ácidos presentes en las especies y de igual manera complementar la importancia acerca de las propiedades nutricionales que ofrece la ingesta de estas especies, para así promover su consumo.

## METODOLOGÍA

### De Campo

Se analizaron tres (3) ejemplares de cada una de las especies de las familias: Carangidae: *Trachurus lathami* (cataco carretón); Clupeidae: *Harengula clupeola* (carapachona), *Ophisthonema oglinum* (machuelo), *Sardinella aurita* (sardina); Mugilidae: *Mugil liza* (lebranche) y Sciaenidae: *Micropogonias furnieri* (roncador), *Cynoscion leiarchus* (curvinata blanca); siendo éstas fáciles de adquirir por su abundancia en el estado Sucre. Las especies fueron colectadas en los puntos de venta del mercado municipal de la ciudad de Cumaná, Venezuela en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2007, correspondiendo dichos meses los más representativos de las especies analizadas con respecto a la época antes del desove, presentando así estos organismos las mejores condiciones físicas.

### De Laboratorio

Los ejemplares se conservaron en hielo hasta su traslado al Laboratorio de Cromatografía del Instituto Universitario Tecnológico de Cumaná (IUT), a su llegada fueron lavados con agua dulce para eliminar cualquier sustancia extraña, seguidamente se procedió a la extracción del tejido realizando un corte en la región de la musculatura dorsal en forma de filetes.

#### Extracción de lípidos totales

Para llevar a cabo la extracción de los lípidos totales en las especies de estudio, se realizó una maceración del tejido muscular (musculatura dorsal) en un mortero. Posteriormente, fueron tomadas porciones de 1 g del material triturado y se le

adicionaron 20 ml de cloroformo-metanol (2:1 v/v) como solvente para cada muestra (Overturf y Dryer, 1967). El tejido con la mezcla se colocó en agitación continua por una hora, en una plancha de agitación, seguido de 5 minutos de agitación en un baño ultrasonido, luego se filtró; el residuo fue extraído nuevamente, realizando el mismo procedimiento para garantizar una extracción completa de los lípidos totales.

El filtrado combinado contenía los lípidos totales y fue colocado en un embudo separador luego se le agregó una solución saturada de cloruro de sodio 0,05 mol/kg de solvente (para facilitar la extracción de los lípidos, y no de otros metabolitos, en la capa orgánica), en una porción equivalente a aproximadamente un tercio del volumen del filtrado. Seguidamente, se agitó varias veces y se guardó bajo refrigeración por espacio de 16 horas, aproximadamente. La capa orgánica fue separada y se le agregó a ésta sulfato de sodio anhidro como absorbente de agua, evaporándose luego la mayor cantidad de mezcla de solventes en un rotaevaporador. La fracción lipídica obtenida, se burbujeó con nitrógeno gaseoso y fue refrigerada, cuantificándose los lípidos por gravimetría.

#### Transesterificación de los lípidos totales

Los ésteres metílicos se obtuvieron a través del método de Brokerchhoff (Christie, 1973). La muestra lipídica (1,0 ml), se disolvió en 1,0 ml de éter dietílico, luego se le añadió 1,0 ml de hidróxido de potasio 0,5 mol/l en metanol (seco), para seguidamente agitarse por 20 minutos en un baño ultrasonido. Una vez reposada por 10 minutos, se le agregó 1,0 ml de ácido clorhídrico 1,0 mol/l y posteriormente, los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron extraídos con 3,0 ml de éter de petróleo, en tres porciones de 1,0 ml; finalmente, los extractos de los ésteres metílicos fueron reunidos y luego se evaporó el solvente hasta sequedad con nitrógeno gaseoso (Satue *et al.*, 1994).

## Cuantificación y caracterización de los ácidos grasos en los lípidos totales

La cromatografía líquida se empleó para determinar la composición porcentual de los ácidos grasos en las muestras lipídicas. Los ésteres metílicos correspondientes a cada muestra pasaron a ser analizados en un cromatógrafo de gas-líquido Agilent modelo 4890 D, acoplado a un detector de ionización de llama (FID) y una columna HP – INNOXWAX 30 m de 0,32 ID, 0,5  $\mu\text{m}$  de espesor de fase líquida. Se utilizó nitrógeno como gas de arrastre a un flujo de 1,8 ml/min. La separación se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del inyector: 280 °C.

Temperatura del detector: 300 °C.

Temperatura de la columna: 180 °C.

El área de los picos fue determinada con un sistema de adquisición de data HP 3398AGC acoplado al cromatógrafo.

La identificación de los ácidos grasos se llevó a cabo mediante comparación de tiempos de retención determinados con los tiempos de retención de los patrones comerciales de ésteres metílicos y los resultados fueron expresados en porcentajes del total del ácido graso presente en las muestras lipídicas de cada especie (Farnworth *et al.*, 1982).

### **Análisis Estadísticos**

Los datos obtenidos se estudiaron estadísticamente a través de un análisis de varianza sencillo. Posteriormente, se utilizó el procedimiento de Duncan para detectar la existencia de diferencias entre las medias. Las diferencias observadas fueron consideradas con un nivel de probabilidad del 5%. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 11.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el estudio del perfil de ácidos grasos de especies marinas de las familias: Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae. Dichos resultados se muestran de manera desglosados, facilitando la discusión de los mismos.

### DETERMINACIÓN DE LOS LÍPIDOS TOTALES

La cuantificación de los lípidos totales de los peces *Trachurus lathami*, *Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*, *Sardinella aurita*, *Mugil liza*, *Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus* se realizó por gravimetría. El porcentaje de lípidos se determinó mediante la relación [(masa del extracto lipídico/masa del tejido muscular) × 100]. En la tabla 2 se muestran las concentraciones lipídicas obtenidas para las especies estudiadas.

Tabla 2. Porcentajes de lípidos totales de peces marinos de las familias: Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae.

Familia	Especie	N	Intervalo	X	S
Carangidae	<i>Trachurus lathami</i>	3	3,00 – 3,41	3,16	0,05
Clupeidae	<i>Ophisthonema oglinum</i>	3	3,24 – 3,87	3,48	0,12
	<i>Sardinella aurita</i>	3	3,69 – 4,12	3,84	0,06
	<i>Harengula clupeola</i>	3	2,47 – 2,96	2,69	0,06
Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	3	2,05 – 2,61	2,38	0,09
Sciaenidae	<i>Cynoscion leiarchus</i>	3	1,16 – 1,70	1,43	0,07
	<i>Micropogonias furnieri</i>	3	0,65 – 0,94	0,80	0,02

N: Número de replicas; X: Media; S: Desviación estándar.

En los resultados mostrados en la tabla 2, se puede apreciar que la concentración de lípidos totales, presenta variaciones entre las diferentes especies con intervalos desde 0,80% (*Micropogonias furnieri*) perteneciente a la familia

Sciaenidae hasta 3,84% (*Sardinella aurita*) de la familia Clupeidae. Las familias Carangidae, Clupeidae y Mugilidae presentaron porcentajes de grasa superiores al 2%, constituyendo los peces con mayor contenido de grasa en este estudio. Por su parte, los Sciaenidae (*Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus*) mostraron un porcentaje de grasa inferior al 2% considerándose las especies con menor contenido de grasa; este resultado es similar al reportado por Cabello *et al.* (2005) en un estudio de elaboración de productos pesqueros con especies provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón, donde se hallaron contenidos promedios de grasa de 0,20% para las nueve especies de la familia Sciaenidae que se analizaron.

El análisis de varianza aplicado a estos valores (tabla 1A – Apéndice A) muestra que los lípidos totales tuvieron diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ); posteriormente, se realizó la prueba *a posteriori* de Duncan (figura 12) donde se observó la formación de cinco grupos homogéneos conformados de la siguiente manera: *Trachurus lathami* - *Ophisthonema oglinum*, *Sardinella aurita*, *Harengula clupeola* - *Mugil liza*, *Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus*.

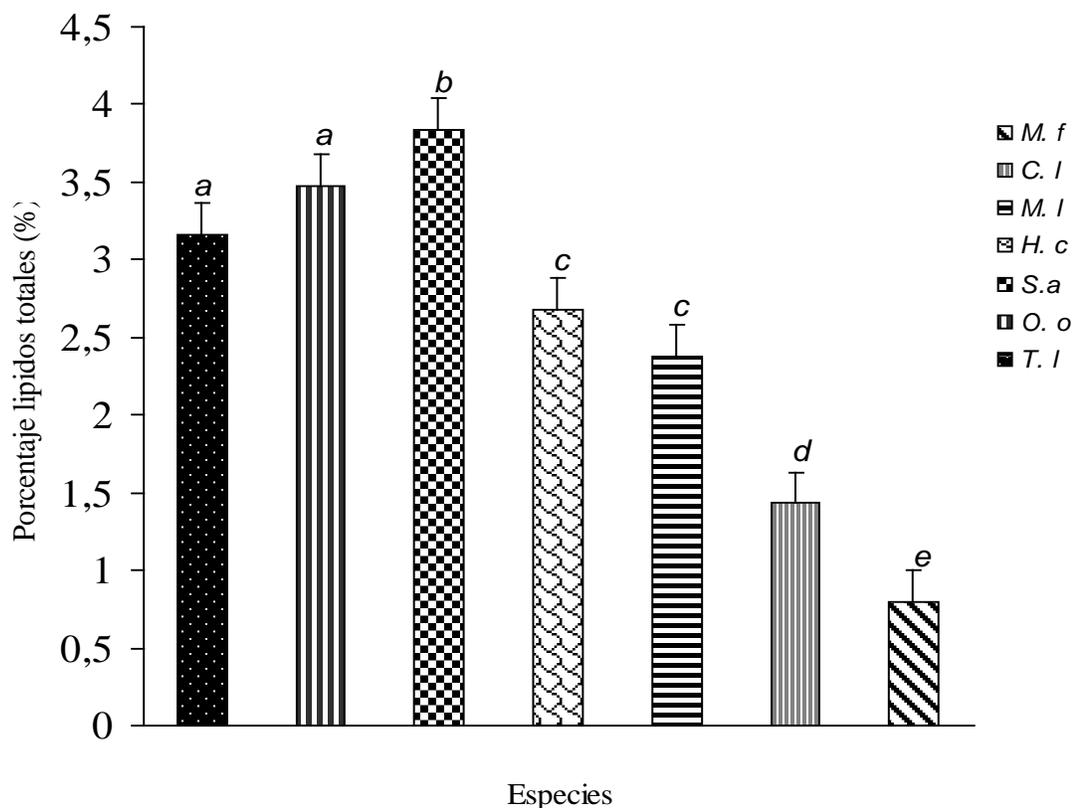
Las diferencias observadas en el contenido lipídico en las muestras estudiadas, pueden estar relacionadas con las condiciones ambientales de la zona al momento de la captura (salinidad, temperatura, clorofila *a*, oleaje), la disponibilidad de alimentos, diferencias biológicas como tamaño, sexo y ciclo biológico o desove de la especie entre otros factores (endógenos y/o exógenos), que pudieron influir en la variabilidad de los lípidos.

En la figura 12, se puede observar la tendencia de variación que presentaron los lípidos totales en los peces estudiados, siendo la *Sardinella aurita* (familia Clupeidae) la especie con mayor contenido lipídico. Es de hacer notar, que, la variación de los lípidos totales en los peces analizados es muy similar, a excepción de las especies *Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus* en donde los lípidos totales se

presentaron en menores cantidades.

Considerando a todas las especies, el rango del contenido de lípidos totales osciló entre 0,80% y 3,84%, como se puede observar en la tabla 2. Estos resultados son valores mayores comparados con aquéllos reportados en estudios realizados en ácidos grasos de peces de importancia comercial en Venezuela (*Hipostomus watwata* (armadillo), *Prochilodus reticulatus* (bocachico), *Eugerres plumieri* (carpeta) *Cynoscion maracaboensis* (corvina), *Mugil curema* (liza), *Eupinephelus striatus* (mero), *Merluccius albidus* (merluza), *Lutjanus buccanella* (pargo), *Centropomus undecimalis* (robalo), *Oreochromis sp.* (tilapia) y *Oncorhynchus mykiss* (trucha), donde se hallaron contenidos de grasas entre 1,12% y 2,73% a excepción de *Colossomma macropomum* (cachama) que arrojó un contenido de grasa de 6,15% (Izquierdo *et al.*, 2000). El porcentaje lipídico obtenido en *Mugil liza* (2,38%) es comparable con el reportado por Castro *et al.*, 2004 en análisis practicados a organismos de la misma familia (*Mugil cephalus*) la cual presentó un porcentaje de grasa de 2,91%.

Figura 12. Variación de los lípidos totales de peces marinos de las familias: Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae.



Por otro lado, Valls *et al.* (2006), obtuvieron en tronquitos de sardina (*Sardinella aurita*) valores de 2,5%, este valor al igual que el obtenido (3,84%) se considera bajo, ya que la sardina tiene un amplio rango que puede variar entre 2 – 8%; sin embargo, es comparable con el registrado por González *et al.* (2001) donde obtuvieron un porcentaje de grasa para la sardina de 4%.

El valor lipídico del tejido muscular de *Trachurus lathami* (tabla 2) es alto en comparación con el hallado en esta especie (0,90%) en estudios realizados a especies de la fauna de acompañamiento en Veracruz – México (Castro *et al.*, 1998); de igual manera, se considera alto al ser comparado con estudios realizados en

*Decapterus punctatus* (cataquito) (familia Carangidae) donde arrojó un valor de 2,31% (Rodríguez, 1992). Carpio-Castillo (1976) y Cabello (1981), estudiando la composición química del cataco garreton *Trachurus lathami* encontraron niveles de variación estacional de cenizas, grasas, humedad y proteínas según el sexo y la reproducción, recomendando su utilización en la dieta diaria, así como también su uso industrial para la fabricación de harina de pescado para alimento animal.

### **ANÁLISIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES**

La composición de ácidos grasos de los lípidos totales, se determinó mediante el análisis por cromatografía de gases de sus respectivos ésteres metílicos, obtenidos de la esterificación de los extractos lipídicos. La identificación se realizó, por comparación de los tiempos de retención obtenidos, con los registrados para patrones comerciales, y la cuantificación se llevó a cabo integrando el área bajo la curva correspondiente a cada ácido graso identificado en el cromatograma (figuras 13 - 19).

El contenido de ácidos grasos del tejido analizado, dependiendo de su tipología, se presenta respectivamente en las tablas 3 - 6. En las mismas, se puede observar que el contenido de los ácidos grasos saturados se encuentra comprendido entre 39,06 y 55,40%, correspondiendo el valor mínimo a *T. lathami* (familia Carangidae) y el máximo a *H. clupeola* (familia Clupeidae). Los AGS identificados fueron: caprílico (C 8:0), pelargónico (C 9:0), undecílico (C 11:0), mirístico (C 14:0), palmítico (C 16:0), esteárico (C 18:0) y lignocérico (C 24:0); el caprílico (C 10:0) y margárico (C 17:0), solo se detectaron en *S. aurita* con valores de 0,34 y 0,40%, respectivamente. Los mayores porcentajes de distribución correspondieron a los ácidos C 16:0 (21,53 – 35,23%) y C 18:0 (8,78 – 16,75%), coincidiendo estos resultados con los reportados en estudios previos en peces marinos (Izquierdo *et al.*; 2000, Romero *et al.*; 2000, Castro *et al.*; 2007), donde señalaron a los ácidos

palmítico y esteárico como los más abundantes en los lípidos de dichos organismos.

Muchas evidencias experimentales han demostrado que los ácidos grasos saturados, aumentan los niveles de colesterol, esto debido a una disminución de los receptores hepáticos para el colesterol en las lipoproteínas de baja densidad (LDLc). Sin embargo, con el ácido palmítico (C16:0) se han reportado resultados contradictorios, básicamente porque hay dos variables independientes que modifican sustancialmente su efecto: la concentración de colesterol previa a la instalación de la dieta o la presencia de colesterol en la dieta (Hayes *et al.*; 1991, Khosla y Hayes, 1992).

Por otro lado, los ácidos grasos insaturados estuvieron en menores proporciones, con valores entre 30,48 y 46,84%, siendo poca la diferencia entre los porcentajes de los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, en los lípidos totales en las muestras en estudio. Los ácidos grasos monoinsaturados oscilaron entre 13,48 y 22,23%, siendo la especie *H. clupeiola* y *T. lathami* la de menor y mayor contenido de los mismos, respectivamente. Estos se encontraron representados por los ácidos: palmitoleico (C 16:1), oleico (C 18:1  $\omega$ -9), vaccénico (C 18:1  $\omega$ -7) y eicosenoico (C 20:1  $\omega$ -9), este último no hallado en las especies: *Mugil liza* y *Harengula clupeiola*. Los mayores porcentajes de AGMI se observaron en los ácidos oleico (11,37%) en *T. lathami* y palmitoleico (7,43%) en *C. leiarchus*.

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, estos fluctuaron entre 17,00 y 27,98% correspondiendo el valor mínimo a *H. clupeiola* y el máximo a *S. aurita*; se destacaron en este grupo los ácidos: decaoctadienoico (C 18:2), linoleico (C 18:2  $\omega$ -6),  $\alpha$ -linolenico (C 18:3  $\omega$ -3), octadecatetraenoico (C 18:4), eicosadienoico (C 20:2), eicosatrienoico (C 20:3), araquidónico (C 20:4  $\omega$ -6), eicosapentaenoico (C 20:5  $\omega$ -3) y docosahexaenoico (C 22:6  $\omega$ -3), siendo este último el de valores más elevados (5,70 – 12,08%) en las siete especies, primordialmente en *S. aurita* y *T. lathami*.

Tabla 3. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de la especie marina *Trachurus lathami* (Familia Carangidae)

Ácidos grasos	% de ácidos grasos (Área) <i>Trachurus lathami</i>
C 8:0	0,40
C 14:0	3,09
C 16:0	25,42
C 18:0	8,78
C 24:0	1,37
<b>Total AGS</b>	<b>39,06</b>
C 16:1	5,12
C 18:1 $\omega$ -9	11,37
C 18:1 $\omega$ -7	5,09
C 20:1 $\omega$ -9	0,65
<b>Total AGMI</b>	<b>22,23</b>
C 18:2 $\omega$ -6	1,49
C 18:3 $\omega$ -3	0,37
C 18:4	0,45
C 20:3	0,88
C 20:4 $\omega$ -6	1,94
C 20:5 $\omega$ -3	7,42
C 22:6 $\omega$ -3	12,06
<b>Total AGPI</b>	<b>24,23</b>
<b>Total AGI</b>	<b>46,84</b>
<b>Total AGNI</b>	<b>14,10</b>

AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; AGI: Ácidos grasos insaturados; AGNI: Ácidos grasos no identificados

Tabla 4. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de las especies marinas: *Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*, *Sardinella aurita* (Familia Clupeidae)

Ácidos grasos	% de ácidos grasos (Área)		
	<i>H. clupeola</i>	<i>O. oglinum</i>	<i>S. aurita</i>
C 8:0	0,73	0,35	0,97
C 9:0	-	0,13	0,42
C 10:0	-	-	0,34
C 11:0	-	-	0,16
C 14:0	3,20	5,54	4,63
C 16:0	35,23	26,99	35,02
C 17:0	-	-	0,39
C 18:0	15,69	9,29	9,61
C 24:0	0,55	1,18	0,78
<b>Total AGS</b>	<b>55,40</b>	<b>43,48</b>	<b>52,32</b>
C 16:1	3,40	5,83	6,21
C 18:1 ω-9	7,83	7,98	6,19
C 18:1 ω-7	2,25	4,19	3,42
C 20:1 ω-9	-	1,10	0,48
<b>Total AGMI</b>	<b>13,48</b>	<b>19,10</b>	<b>16,30</b>
C 18:2 ω-6	1,27	1,37	2,82
C 18:3 ω-3	1,01	0,64	0,99
C 18:4	1,71	2,01	0,87
C 20:2	-	-	0,58
C 20:3	-	1,32	2,16
C 20:4 ω-6	1,28	1,62	1,40
C 20:5 ω-3	1,77	10,93	7,08
C 22:6 ω-3	9,96	5,70	12,08
<b>Total AGPI</b>	<b>17,00</b>	<b>23,59</b>	<b>27,98</b>
<b>Total AGI</b>	<b>30,48</b>	<b>42,69</b>	<b>44,28</b>
<b>Total AGNI</b>	<b>14,12</b>	<b>13,83</b>	<b>3,40</b>

AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; AGI: Ácidos grasos insaturados; AGNI: Ácidos grasos no identificados; (-): No se encontró dicho ácido.

Tabla 5. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de la especie marina *Mugil liza* (Familia Mugilidae)

Ácidos grasos	% de ácidos grasos (Área)
<i>Mugil liza</i>	
C 8:0	0,70
C 14:0	4,18
C 16:0	22,51
C 18:0	9,39
C 24:0	2,38
<b>Total AGS</b>	<b>39,16</b>
C 16:1	6,95
C 18:1 $\omega$ -9	7,00
C 18:1 $\omega$ -7	5,85
<b>Total AGMI</b>	<b>19,80</b>
C 18:2 $\omega$ -6	1,67
C 18:3 $\omega$ -3	2,36
C 18:4	2,28
C 20:4 $\omega$ -6	6,53
C 20:5 $\omega$ -3	5,90
C 22:6 $\omega$ -3	7,06
<b>Total AGPI</b>	<b>25,80</b>
<b>Total AGI</b>	<b>45,60</b>
<b>Total AGNI</b>	<b>15,24</b>

AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; AGI: Ácidos grasos insaturados; AGNI: Ácidos grasos no identificados.

Tabla 6. Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de las especies marinas: *Cynoscion leiarchus*, *Micropogonias furnieri* (Familia Sciaenidae)

Ácidos grasos	% de ácidos grasos (Área)	
	<i>Cynoscion leiarchus</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>
C 8:0	2,25	2,66
C 9:0	0,27	0,45
C 11:0	-	0,31
C 14:0	3,65	2,37
C 16:0	21,53	27,18
C 18:0	16,75	11,66
C 24:0	0,84	1,38
<b>Total AGS</b>	<b>45,29</b>	<b>46,01</b>
C 16:1	7,43	6,86
C 18:1 $\omega$ -9	8,48	9,17
C 18:1 $\omega$ -7	6,07	3,06
C 20:1 $\omega$ -9	0,34	0,42
<b>Total AGMI</b>	<b>22,32</b>	<b>19,51</b>
C 18:2	1,50	1,19
C 18:3 $\omega$ -3	1,22	0,99
C 18:4	1,85	2,32
C 20:2	0,51	-
C 20:3	2,10	-
C 20:4 $\omega$ -6	2,10	1,96
C 20:5 $\omega$ -3	5,71	5,96
C 22:6 $\omega$ -3	8,67	10,85
<b>Total AGPI</b>	<b>23,66</b>	<b>23,27</b>
<b>Total AGI</b>	<b>45,98</b>	<b>42,78</b>
<b>Total AGNI</b>	<b>8,73</b>	<b>11,21</b>

AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; AGI: Ácidos grasos insaturados; AGNI: Ácidos grasos no identificados; (-): No se encontró dicho ácido.

En numerosas investigaciones han señalado que los ácidos grasos  $\omega$ -3 proporcionan efectos benéficos en la salud tanto en el tratamiento como en la prevención de numerosas enfermedades tales como: padecimientos del corazón por su efecto hipocolesterolémico e hipotensivo, en forma directa y como coadyuvante en tratamiento de artritis y cáncer por su efecto antiinflamatorio, en la diabetes, en

enfermedades renales ayudando a la normalización del metabolismo de lípidos; en desordenes mentales, como la pérdida de la memoria, pues son uno de los componentes principales de las células del cerebro; en el tratamiento de la depresión y en el mejoramiento del desarrollo pre y post natal (Kinsella, 1986; Valenzuela y Nieto, 2003).

Figura 13. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Trachurus lathami*.

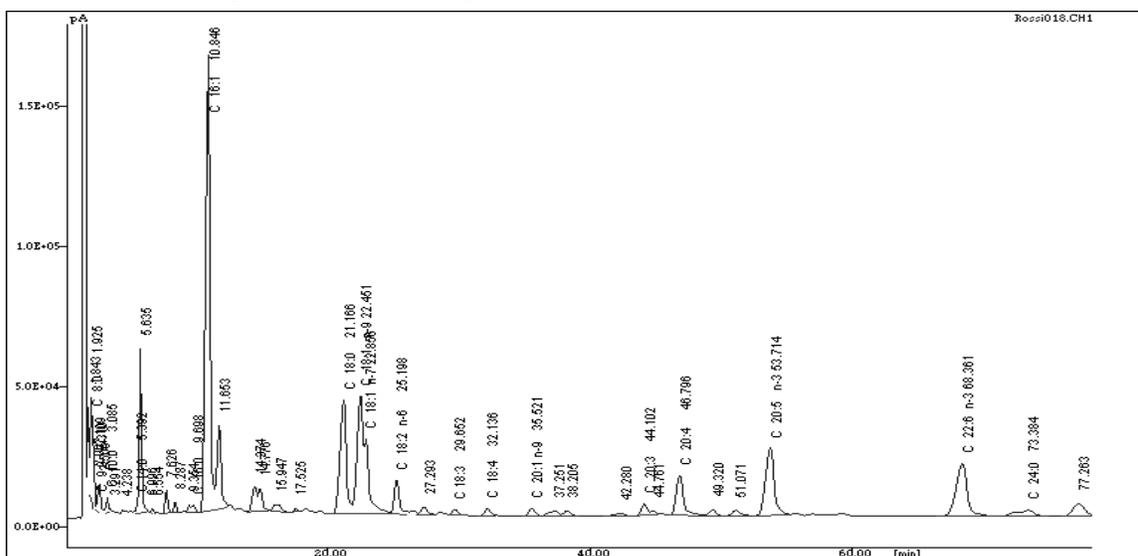


Figura 14. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Ophisthonema oglinum*.

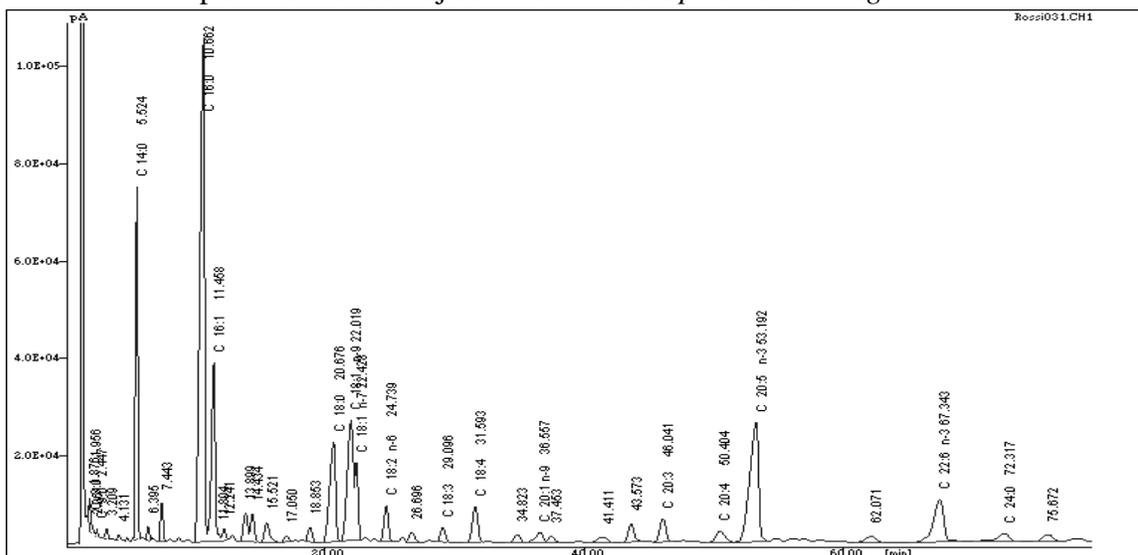


Figura 15. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Sardinella aurita*.

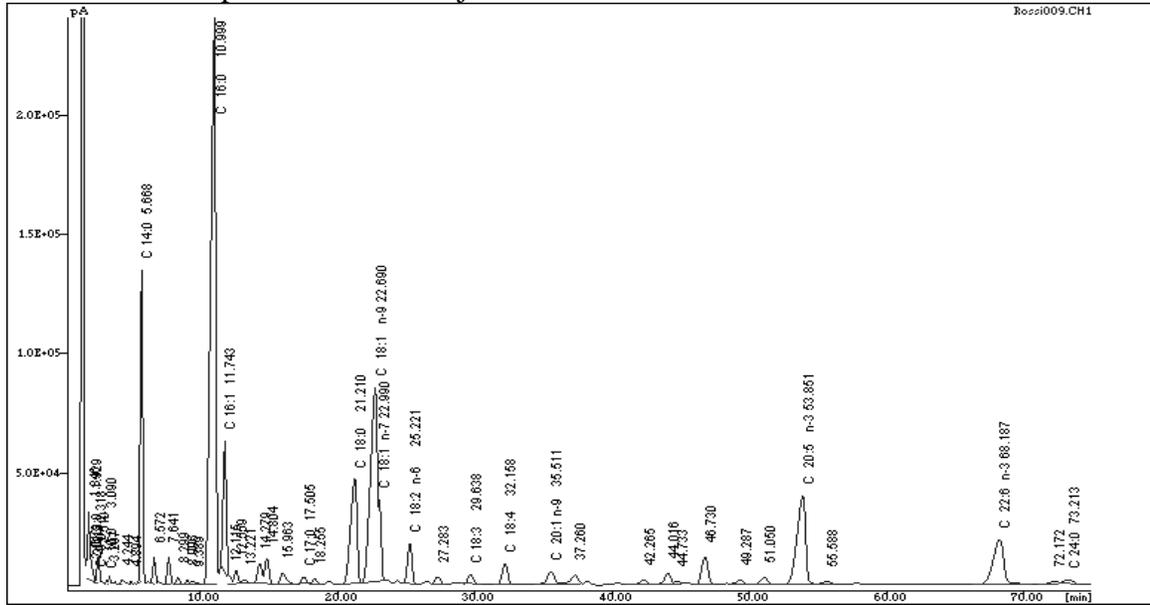


Figura 16. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Harengula clupeiola*.

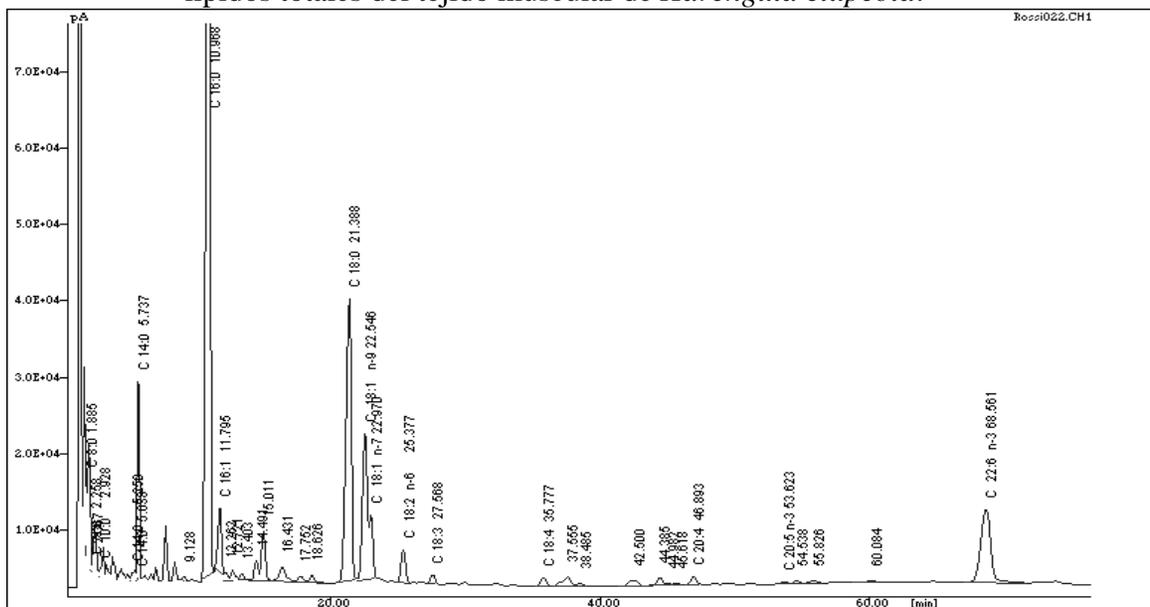
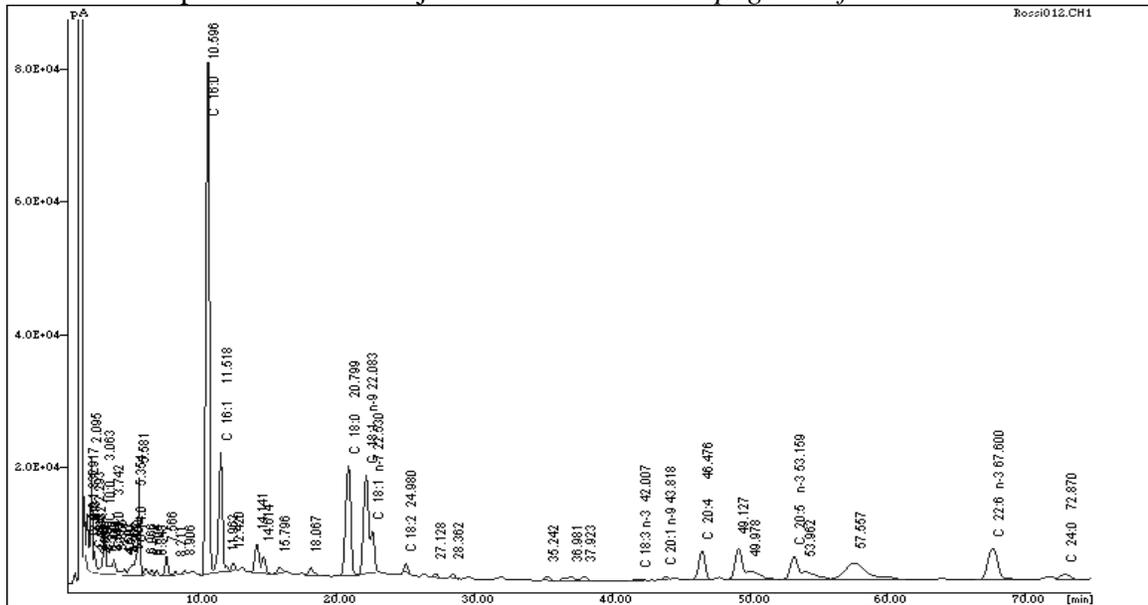




Figura 19. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales del tejido muscular de *Micropogonias furnieri*.



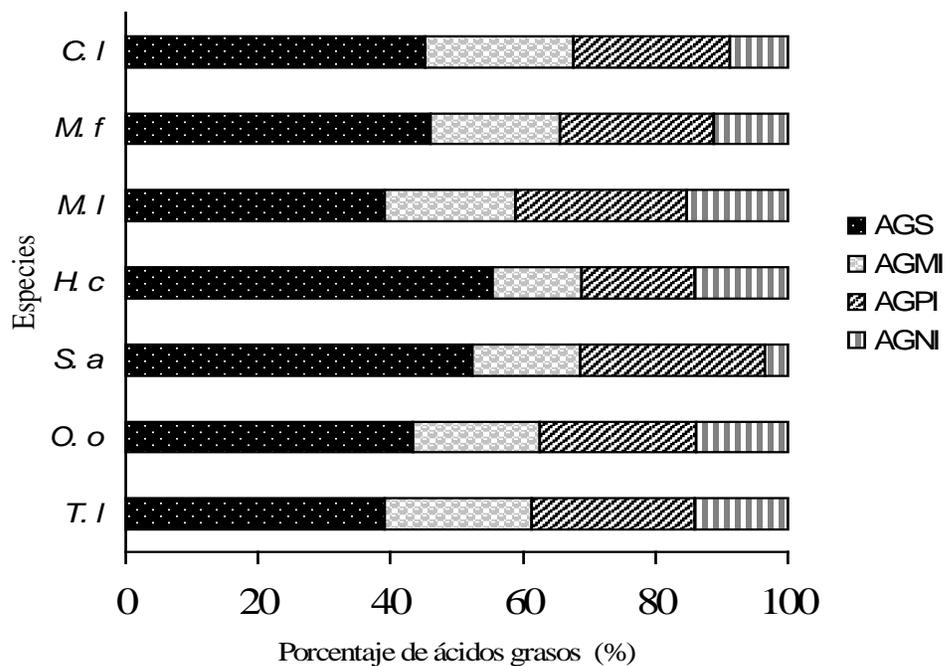
La tendencia de variación global que presentaron los ácidos grasos de acuerdo a su clasificación según su tipología, se puede observar en la figura 20. La misma muestra que hubo un predominio de los ácidos grasos saturados, específicamente en las especies *Micropogonias furnieri*, *Sardinella aurita*, *Harengula clupeiola* y *Ophisthonema oglinum*; en las especies restantes predominaron los ácidos grasos insaturados. Los ácidos que estuvieron siempre en menor proporción fueron los ácidos grasos no identificados (3,40 – 15,24%), esto porque no se contaba con todos los estándares comerciales de los ácidos grasos.

La diferencia entre los ácidos grasos saturados y los insaturados fue muy pequeña, el descenso aunque muy leve de los ácidos grasos insaturados como lo observado en algunas especies, podría estar relacionado con periodos de desove, y una posible causa de la degradación de estos ácidos es la formación de eicosanoides.

Estos resultados coinciden con los reportados por Castro *et al.* (2004) en

estudios realizados sobre el perfil lipídico de 25 especies marinas, en donde predominaron las grasas saturadas en los lípidos totales de dichos organismos y con los reportados por Romero *et al.* (2000) en estudios de ácidos grasos realizados a siete especies de peces de Isla de Pascua.

Figura 20. Variación de la composición de los ácidos grasos de lípidos totales de peces marinos de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae.



Algunos autores sugieren que las variaciones en los ácidos insaturados pueden deberse a que los mismos al ser componentes principales de los fosfolípidos, forman parte de las membranas, por lo tanto pueden ser usados como combustibles metabólicos. Además, señalan que la variabilidad de los ácidos grasos puede estar relacionada a los hábitos alimenticios de las especies marinas, así mismo a la disponibilidad de alimento del medio (Malavé, 1995). En este sentido, otros investigadores refieren que los factores ambientales como la dieta, la época de captura y la temperatura del agua, además de algunas diferencias biológicas tales

como edad, sexo y tamaño de las especies afectan, la composición en ácidos grasos de las mismas (Romero *et al.*, 2000).

La composición porcentual de los ácidos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 de las especies estudiadas se muestran en la tabla 7. Los porcentajes más elevados de  $\omega$ -3 se observaron en las especies *Sardinella aurita* (20,15%) y *Trachurus lathami* (19,85%) pertenecientes a las familias Clupeidae y Carangidae respectivamente, y los más bajos en *Mugil liza* (15,32%) de la familia Mugilidae y *Harengula clupeola* (12,74%) de la familia Clupeidae; mientras que los de la familia  $\omega$ -6 los mayores porcentajes se observaron en *Mugil liza* (8,20%) y *Sardinella aurita* (4,22%), por su parte los niveles más bajos de ácidos grasos  $\omega$ -6 se detectaron en *Micropogonias furnieri* y *Cynoscion leiarchus* (1,96 y 2,10%) respectivamente, ambos pertenecientes a la familia Sciaenidae. Al calcularse la relación  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 se observó que en todas las especies el porcentaje de  $\omega$ -3 fue mayor que el de  $\omega$ -6, por lo tanto las especies analizadas son ricas en ácidos grasos de la familia  $\omega$ -3, que es la familia linolénica, y pobres en ácidos grasos de la familia  $\omega$ -6, que es la linoleica.

Tabla 7. Composición porcentual de ácidos grasos de las familias  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 de algunos peces marinos de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae

Familia	Especie	$\omega$ -3	$\omega$ -6	Relación $\omega$ -3/ $\omega$ -6
Carangidae	<i>Trachurus lathami</i>	19,85	3,43	5,78
Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i>	12,74	2,55	4,99
	<i>Ophisthonema oglinum</i>	17,27	2,99	5,77
	<i>Sardinella aurita</i>	20,15	4,22	4,77
Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	15,32	8,20	1,86
Sciaenidae	<i>Cynoscion leiarchus</i>	15,60	2,10	7,42
	<i>Micropogonias furnieri</i>	17,80	1,96	9,08

La mayor proporción de  $\omega$ -3 es importante, si se atiende a los efectos que sugieren el efecto positivo de los ácidos grasos de la familia  $\omega$ -3 en la reducción de

los niveles de triacilgliceroles y colesterol plasmático (Grundy y Denke, 1990), por el efecto antitrombotico del ácido eicosapentaenoico, por tales razones se recomienda su consumo especialmente en personas con compromiso cardiovascular.

La cromatografía gas-líquido propuesta para la realización de este estudio se considera un método eficaz por ser rápido y sencillo al momento de la identificación de los constituyentes presentes en las muestras analizadas, permitiendo de esta manera conocer cual ácido graso se encontraba presente y en que cantidad.

El análisis de los alimentos es de mucha utilidad en el campo de la nutrición, colaborando así con la determinación de diversos compuestos como lo son los ácidos grasos, los cuales merecen una consideración importante por las propiedades benéficas que contienen. Los peces analizados de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae representan una excelente fuente de ácidos grasos en especial los omega-3, principalmente el eicosapentaenoico y docosahexaenoico, este hecho se inserta dentro de las actuales recomendaciones dietarias que estimulan el consumo de pescado, sobre todo en poblaciones del Oriente de país que cuentan con una amplia disponibilidad y permanente oferta de este tipo de producto.

## CONCLUSIONES

Se encontraron máximos valores de lípidos totales en *Sardinella aurita* (familia Clupeidae) y mínimos en *Micropogonias furnieri* (familia Sciaenidae).

En cuanto a las concentraciones de ácidos grasos, se encontraron en mayor proporción los ácidos grasos saturados, seguido de los poliinsaturados y en menor proporción los ácidos grasos monoinsaturados.

Se obtuvieron como ácidos grasos saturados predominantes, el ácido palmítico (C 16:0) y esteárico (C 18:0); entre los ácidos grasos poliinsaturados predominaron el docosahexenoico (C 22:6), eicosapentaenoico (C 20:5) y el araquidónico (C 20:4); entre los ácidos grasos monoinsaturados predominó el oleico (C 18:1).

La mayor proporción de ácidos grasos omega-3 la presentó *Sardinella aurita*, mientras que *Mugil liza* se destacó con mayor porcentaje de ácidos grasos omega-6.

Se observó un predominio de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3 en todas las especies estudiadas.

La metodología utilizada puede implementarse como técnica de control de productos pesqueros congelados y en conservas.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda ampliar este tipo de análisis con otras especies marinas sujetas a procesos de conservación, ya que este método podría ser utilizado para identificarlas, en especial en aquellos productos de mezclas de carnes, aportando así una información técnica que se pueda incorporar a los sistemas de control de calidad de productos pesqueros tanto en el mercado interno como el internacional.

Utilizar la cromatografía gas-líquido para la separación e identificación de mezclas, puesto que es un método rápido y sencillo, y ofrece excelentes separaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cabello, A. 1981. Contribución al conocimiento de la biología del cataco garreton *Trachurus lathami* (Learch, 1820) y su posible utilización en la industria. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Cabello, A.; Martínez, Z.; Villegas, L.; Figueroa, B.; Marcano, L.; Gómez, A. y Vallenilla, O. 2005. Fauna acompañante del camarón como materia prima para la elaboración de productos pesqueros. *Zootecnia Tropical*, 23(3): 217-230.
- Carpio-Castillo, L. 1976. Composición química de *Trachurus lathami* (cataco) y su variación estacional. Universidad de Oriente. *Boletín Instituto Oceanográfico*, 15(1): 19 - 24
- Castro, M.; Silencio, J.; Juárez, M.; Montaña, S. y Pérez, F. 1998. Composición química de la fauna de acompañamiento del camarón de Veracruz (Golfo de México). *Revista de Biología Tropical*, 46(2): 249-256.
- Castro, M.; Ojeda, A.; Silencio, J.; Cassis, L.; Ledesma, H. y Pérez, F. 2004. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutraceuticos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54 (3): 328- 336.
- Castro, M.; Ojeda, A.; Montaña, B.; Ledesma C. y Pérez, F. 2007. Evaluación de los ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1): 407-413.
- Cervigón, F. 1996. Los Peces Marinos de Venezuela. Tomo I. Estación de investigaciones marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas-Venezuela.
- Cervigón, F. 1996. Los Peces Marinos de Venezuela. Tomo II. Estación de investigaciones marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas-Venezuela.
- Christie, W. 1973. *Lipids Analysis*, Pergamon Press, New York (USA).
- FAO. 2004. *Yearbook of fishery statistics. Summary tables-2002*.
- Farnworth, E.; Thompson, B. y Kramer, J. 1982. Quantitative determination of neutral lipids on chrome rods. *Journal of Chromatography*, 264: 463-747.

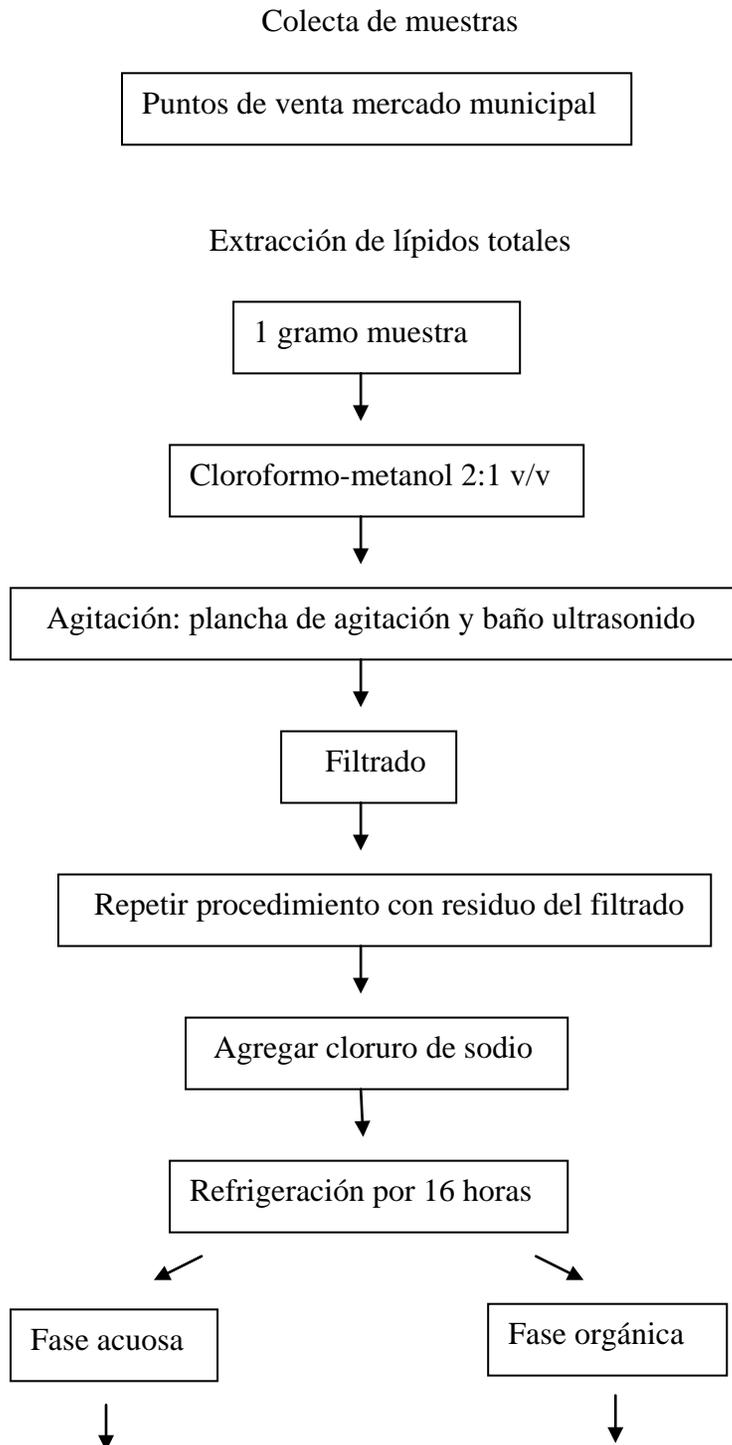
- Fennema, O. 1985. Food Chemistry. Part I. Segunda edición. Marcel Dekker. New York (USA).
- Gómez, A. 2001. Recursos pesqueros: Caribe. Investigación y Ciencias, 301: 36 – 38.
- González, D.; Valls, J.; González, A. y Paredes, A. 2001. Evaluación de sardinas tipo “round” sometidas a condiciones de refrigeración y congelación. Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 133: 105-117.
- Grundy, S. y Denke, M. 1990. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins: A review. Journal Lipid Research, 31: 1149 – 1172.
- Hayes, K.; Pronezuk, A.; Lindsey, S. y Diersen, D. 1991. Dietary saturated fatty acid (12:0, 14:0, 16:0) differ in their impact on plasma cholesterol and lipoproteins in non human primates. American Journal of Clinical Nutrition, 5: 491-498.
- Herrera, H. 1989. Algunos parámetros bioquímicos en varios tejidos de la curvinata (*Cynoscion jamaicensis*) (Vaillant y Bocourt, 1980). Sciaenidae, y su relación en el proceso reproductivo. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Huss, H. 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO. Documento Técnico de Pesca. N° 348. Roma, FAO.
- Izquierdo, P.; Torres, G.; Barboza, Y.; Márquez, E. y Allara, M. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 50(2): 187-194.
- Kinsella, J. 1986. Food component with potential therapeutic benefits: the polyunsaturated fatty acids of oils. Food Technology, 35:94-95.
- Khosla, P. y Hayes, K. 1993. Dietary palmitic acid raises LDL cholesterol relative to oleic acid only at a high intake of cholesterol. Biochemistry Biophysics Acta, 1210: 13 – 22.
- Lehninger, A. 2000. Principios de Bioquímica. Tercera edición. Ediciones Omega. Barcelona.
- Lowell, R. 1978. Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology. Academic Press. New York (USA).

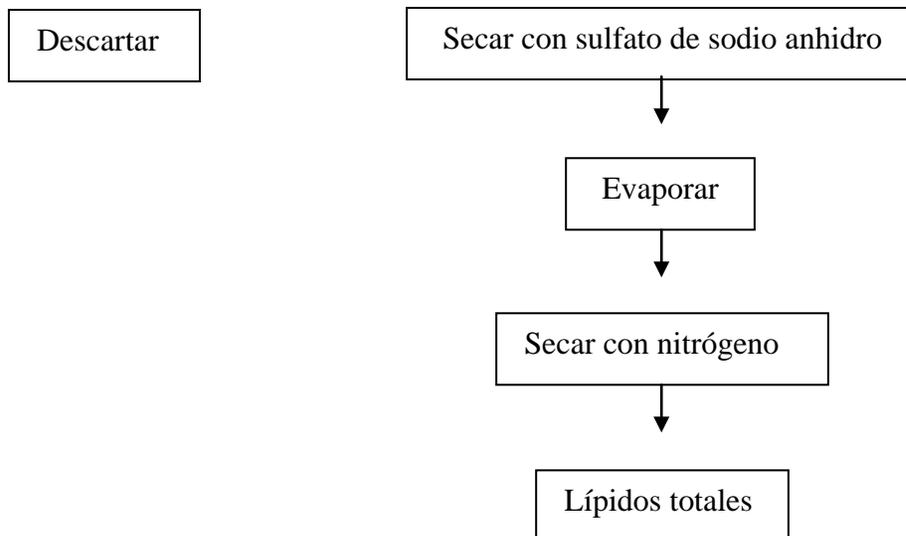
- Malavé, M. 1995. Caracterización y cuantificación del contenido lipídico y ácidos grasos presentes en dos especies de erizos de mar: *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Marcano, L. 2000. Monitoreo y evaluación de captura y esfuerzos en las pesquerías de arrastre de la región nororiental de Venezuela. En: Informe de Gestión (Informe técnico) año 1999. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Cumaná.
- Marcano, L. 2001. Monitoreo y evaluación de captura y esfuerzos en las pesquerías de arrastre de la región nororiental de Venezuela. En: Informe de Gestión (Informe técnico) año 2000. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Cumaná.
- Maza, O. 1991. Caracterización de lípidos en el tejido muscular de diferentes especies de peces de origen marino en el oriente del país. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Milano, J.; Armas, H. y Salazar, G. 2005. Estudio de la composición de lípidos de *Crassostrea rhizophorae* (Ostra de Mangle) empleando cromatografía de capa fina (TLC-FID) y cromatografía gas-liquido. *Ciencia*, 13(2): 123-133.
- Moreno, M. 1985. Sistemática, distribución y hábitos alimenticios juveniles de la familia Sciaenidae en algunas playas de la Isla de Margarita. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Murray, R.; Mayes, P.; Granner, D. y Rodwell, W. 1998. *Bioquímica de Harper*. Décima cuarta edición. Editorial Manual Moderno. México.
- Navarro, M. 1991. Valor nutritivo del pescado. I pescado fresco. *Revista Agroquímica de Tecnología de los Alimentos*, 31(1): 330 -342.
- Ortiz, H. y Bello, R. 1992. Composición y estabilidad de los ácidos grasos de la pulpa de cachama y sardina durante el almacenamiento. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 42(4): 460-466.
- Overturf, M. y Dryer, R. 1967. *Experiments in Physiology and Biochemistry*. Vol 2. Academic Press, New Cork (USA).
- Rodríguez, J. 1992. Composición química del cataquito (*Decapterus punctatus*) capturado en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia tropical*, 10(1): 87 – 90.

- Romero, N.; Paz, R.; Masson, L. y Pineda R. 2000. Composición en ácidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(3): 304 – 310.
- Sastry, P. 1985. Lipids in the nervous tissue: composition and metabolism. *Progress in Lipids Research*, 24(2): 69-176.
- Satue, M.; López, M. y Agramont, A. 1994. Fatty acid composition of trout oil. *Food Chemistry*, 50: 363-365.
- Shanta, N. y Napolitano, G. 1992. Review: Gas chromatography of fatty acids. *Journal of Chromatography*, 624(1-2): 37-51.
- Spector, A. 1999. Essentiality of fatty acids. *Lipids*, 34: 1-3.
- Valenzuela, A. y Nieto, S. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: Su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena Pediatría*, 74(2): 149-157.
- Valls, J.; Paredes, A. y González, D. 2006. Estabilidad de filetes de sardina *Sardinella aurita* en almacenamiento congelado a -18 °C. *Revista Científica*, 16(2): 176-185.

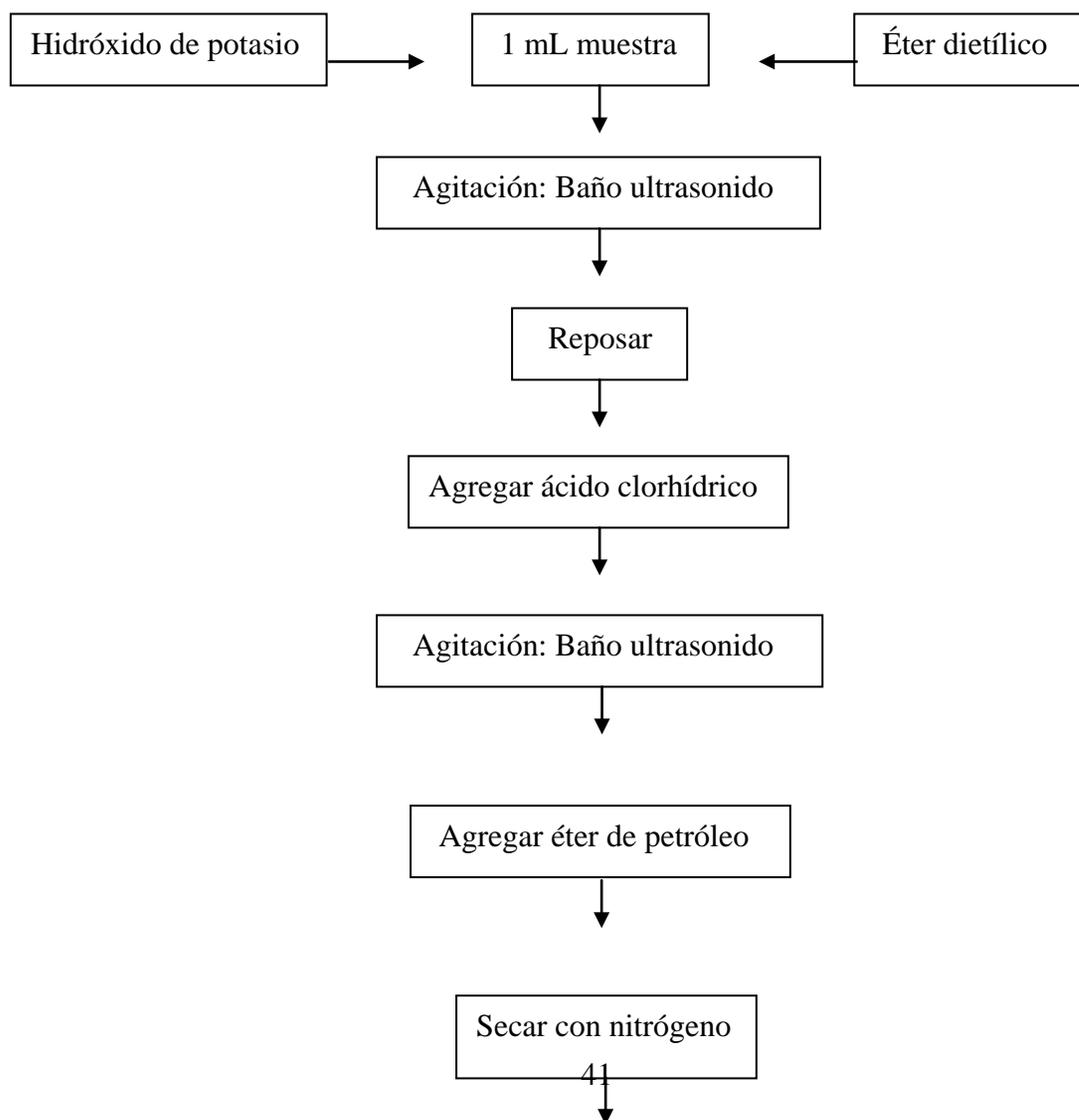
## ANEXOS

Esquema 1. Metodología esquematizada para la determinación de ácidos grasos por cromatografía gas-líquido.





### Transesterificación de lípidos totales



Ésteres metílicos

Cuantificación y caracterización de ácidos grasos

Ésteres metílicos



Cromatógrafo gas-líquido



Identificación ácidos grasos



Comparación con patrones comerciales

## APÉNDICE

### Apéndice A

Tabla 1 A. Análisis de varianza del contenido de lípidos totales del tejido muscular peces marinos de las familias Carangidae, Clupeidae, Mugilidae y Sciaenidae ( $P > 0,05$ )

Fuente variación	Sumas cuadráticas	Grados libertad	Medias cuadráticas	Razón Fisher
Entre especies	22,296	6	3,716	112,606***

Error	0,464	14	0,033
Total	22,760	20	1,138

# Hoja de Metadatos

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	Perfil De Ácidos Grasos De Peces Marinos Comerciales De Las Familias: Carangidae ( <i>Trachurus lathami</i> ); CLUPEIDAE ( <i>Sardinella aurita</i> , <i>Harengula clupeola</i> , <i>Ophisthonema oglinum</i> ); MUGILIDAE ( <i>Mugil liza</i> ) Y SCIAENIDAE ( <i>Cynoscion leiarchus</i> , <i>Micropogonias furnieri</i> )
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Martínez Gil, Rosaura María	<b>CVLAC</b>	V - 14 047 292
	<b>e-mail</b>	rosauramartinez80@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

Lípidos totales, Ácidos grasos, Peces marinos, Cromatografía gas – líquido.

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
CIENCIAS	BIOLOGÍA

Resumen (abstract):

Actualmente se ha puesto gran énfasis en el estudio de los ácidos grasos en alimentos de origen marino, debido a su gran aporte benéfico desde el punto de vista nutricional. Para obtener una mayor información, acerca de la composición de la materia grasa presente en especies marinas, consumidas por la población de Cumaná, se analizaron siete especies de pescados: cataco (*Trachurus latham*) (familia Carangidae); machuelo (*Ophisthonema oglinum*), sardina (*Sardinella aurita*), carapachona (*Harengula clupeiola*) (familia Clupeidae); lebranche (*Mugil liza*) (familia Mugilidae); curvinata blanca (*Cynoscion leiarchus*), roncadador (*Micropogonias furnieri*) (familia Sciaenidae), obtenidos del mercado municipal. Se determinaron los lípidos totales por gravimetría y el perfil de ácidos grasos por cromatografía gas-líquido para cada especie. De acuerdo al contenido graso, sardina y machuelo presentaron el mayor porcentaje de lípidos con valores de 3,84 y 3,48%, respectivamente. El perfil de ácidos grasos, expresado como porcentaje de ésteres totales, mostró que el grupo más importante fue el de los ácidos grasos saturados (39,06 – 55,40%), seguido por los ácidos grasos insaturados (30,48 – 46,84%). El ácido palmítico (C 16:0) fue el principal componente entre los ácidos grasos saturados, mientras que el ácido oleico (C 18:1) fue el principal entre los monoinsaturados. Entre los ácidos grasos omega-3 se destacaron el ácido eicosapentaenoico (EPA C 20:5  $\omega$ -3) y ácido docosahexenoico (DHA C 22:6  $\omega$ -3) con un rango entre 1,77 – 10,93% y 5,70 – 12,08%, respectivamente. De la familia omega-6 se destacó el ácido araquidónico (AA C 20:4  $\omega$ -6) con un rango entre 1,28 – 6,53%. Considerando la composición de los ácidos  $\omega$ -3 y el contenido lipídico, la sardina fue la especie con mayor contenido, mientras que el lebranche presentó el mayor porcentaje de ácidos grasos  $\omega$ -6. En general, los datos obtenidos sirven para caracterizar y diferenciar las especies estudiadas.

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Cabello, Ana Mercedes	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	V – 3 872 035
	<b>e-mail</b>	acabello293@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
Villalobos, Luz Bettina	<b>ROL</b>	CA <input checked="" type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	V – 5 162 987
	<b>e-mail</b>	lbvillalobosb@yahoo.com
	<b>e-mail</b>	
Salazar, Gabriel Enrique	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	V – 4 167 335
	<b>e-mail</b>	gesalazar@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
Jordán, Norys	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	V – 3 095 453
	<b>e-mail</b>	njordan@udo.sucre.edu.ve
	<b>e-mail</b>	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2009	01	29

Lenguaje: SPA \_\_\_\_\_

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
TESIS_RM	Application/WORD

Alcance:

Espacial : Universal (Opcional)

**Temporal:** Temporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciatura \_\_\_\_\_

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Licenciada en Biología \_\_\_\_\_

Área de Estudio: BIOLOGÍA \_\_\_\_\_

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente - Núcleo de Sucre \_\_\_\_\_

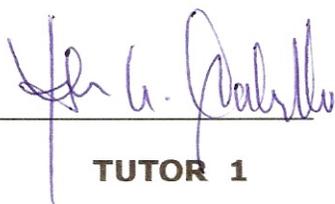
# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

## Derechos:

Yo, Rosaura María Martínez Gil, de cédula Nro. 14 047 292, estudiante de la Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, acepto que este trabajo sea utilizado como fuente de información para futuras investigaciones en el área. No está permitida la reproducción total o parcial de esta tesis de grado, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del autor.



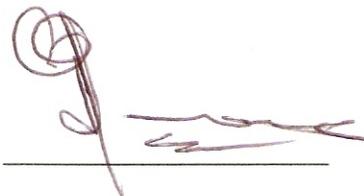
**AUTOR 1**



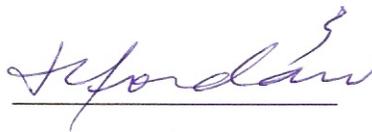
**TUTOR 1**



**TUTOR 2**



**JURADO 1**



**JURADO 2**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:**

