

# Estudio de la composición de lípidos de *Crassostrea rhizophorae* (Ostra de Mangle) empleando cromatografía de capa fina (TLC-FID) y cromatografía gas-líquido

Jahiro Milano<sup>1\*</sup>, Haydelba D´Armas<sup>1</sup> y Gabriel Salazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. Departamento de Química, Escuela de Ciencias, Cumaná, Estado Sucre. <sup>2</sup> Instituto Universitario de Tecnología, Departamento de Química, Cumaná, Estado Sucre.

Recibido: 20-07-04 Aceptado: 15-03-05

## Resumen

Se evaluó de manera comparativa el contenido de lípidos y de ácidos grasos en los lípidos totales de *Crassostrea rhizophorae* colectadas en las Lagunas de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp durante agosto de 2001. Se obtuvieron elevados contenidos de fosfolípidos en las muestras de Chacopata (68,81%) y mínimos para las de Caroni Swamp (48,10%), así como también valores máximos de triacilgliceroles para las de Caroni Swamp y La Restinga (7,00-7,68%); y mínimos en las de Chacopata (2,39%). En los lípidos totales, se obtuvieron valores elevados de ácidos grasos poliinsaturados, seguido por los saturados y en menor proporción los monoinsaturados. Los ácidos grasos saturados estuvieron dominados por el ácido palmítico (16:0), el lignócérico (24:0) y el esteárico (18:0); los poliinsaturados por el adrenico (22:4), el eicosadoenoico (20:2) y el docosahexaenoico (22:6); mientras que los monoinsaturados predominó el ácido oleico (18:1).

**Palabras clave:** Ácidos grasos; *Crassostrea rhizophorae*; lípidos.

## Lipid composition study of *Crassostrea rhizophorae* (mangrove Oyster) by the use of thin layer chromatography (TLC-FID) and gas -liquid chromatography

### Abstract

The lipid and fatty acids content was comparatively evaluated from the total lipids of *Crassostrea rhizophorae* collected from Chacopata Lagoon, La Restinga Lagoon and Caroni Swamp during August 2001. High phospholipid contents were obtained for Chacopata samples (68.81%) and minimum values for Caroni Swamp samples (48.10%); also, maximum values of triacylglycerol for Caroni Swamp and La Restinga Lagoon samples (7.00-7.68%) and minimum for Chacopata samples (2.39%). High concentration of polyunsaturated fatty acids were ob-

\* Autor para la correspondencia. Teléfono: 58-293-4302520. Fax: 58-293-4302344. E-mail: jahiomilano@hotmail.com; haydelba@sucre.udo.edu.ve

tained for total lipids, followed by saturated acid, and the monounsaturated acids were in lower proportion. The saturated fats were dominated by palmitic acid (16:0), lignoceric acid (21:0) and the stearic acid (18:0); the polyunsaturated were dominated by adrenic acid (22:4), eicosadenoic (20:0) and docosahexaenoic acid (22:6); meanwhile oleic acid (18:1) was prevalent among the monounsaturated acids.

**Key words:** *Crassostrea rhizophorae*; fatty acids; lipids.

## Introducción

La acuicultura marina en las últimas décadas ha tenido un auge notable en numerosos países, los cuales están haciendo grandes esfuerzos para lograr que esta actividad sea una fuente segura de alimentos. Los moluscos ocupan una posición destacada. En la actualidad los bivalvos, sobre todo las especies comerciales son de gran interés comercial, entre estos se encuentra la ostra de mangle (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1928), la cual posee particularidades especiales, como son: su alta tasa de crecimiento, alta productividad por área, su continua reproducción y las propiedades alimenticias que ofrecen, a la vez una fácil digestión de su carne comparada con la de otro tipo de especie (1, 2).

En nuestro país, se han realizado estudios relacionados con la composición química de las ostras. Bonilla *et al.*, determinaron la variación estacional de la composición química del ostión *C. rhizophorae* en Laguna Grande y la Bahía de Mochima, observándose que las proteínas varían en relación inversa a los elementos de engorde (carbohidratos y grasas), notándose que los compuestos químicos mostraron valores más elevados en Laguna Grande (3). Albornoz, determinó la variación quincenal de la composición química de la ostra *C. rhizophorae* natural y cultivada, la cual influyó de manera más acentuada, como fuente alimenticia para las ostras, que la concentración de materia particulada en suspensión (4).

En el nororiente de Venezuela y el Caribe, existen zonas lagunares las cuales albergan un sin número de especies de moluscos, cuya importancia biológica y comercial es

poco conocida, a pesar de ser regiones de gran importancia pesquera. La Laguna de Chacopata y La Restinga (Venezuela) y Caroni Swamp (Trinidad) fueron tomadas en consideración para este estudio, por presentar condiciones climatológicas similares, fauna abundante y variada, siendo utilizados estos lugares para el desove y cría de especies migratorias como algunos peces, crustáceos y moluscos, constituyéndose en altos explotadores de recursos naturales vivos renovables. Por todo esto, dichas zonas poseen un elevado potencial pesquero que pudiera servir de gran beneficio para la economía pesquera e intercambio comercial entre ambos países, además de presentar excelentes paisajes para el disfrute turístico en las diferentes zonas.

En Venezuela hasta el presente no se ha estudiado de manera comparativa la composición lipídica de la ostra de mangle en diversas lagunas; de allí que se evaluó de manera comparativa el contenido lipídico y de ácidos grasos de *Crassostrea rhizophorae* provenientes de la Laguna de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp, mediante el uso de las técnicas cromatográficas de capa fina automatizada (TLC-FID) y de gases, debido a que las mismas permiten identificar y cuantificar los lípidos y ácidos grasos, respectivamente.

## Materiales y Métodos

### Muestreo

Las ostras de mangles fueron recolectadas en las lagunas de Chacopata y La Restinga (Venezuela) y Caroni Swamp (Trinidad) durante el mes de agosto de 2001. Se realizó un muestreo de 5 kg de ostras. A las mues-

tras de cada una de esas zonas, se le extrajo el organismo completo, se limpió, se lavó con agua desionizada para eliminar la mayor cantidad de sales, iones y fitoplancton presentes y se congeló a  $-5^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis en el laboratorio.

### **Extracción de los lípidos totales**

Para llevar a cabo la extracción de los lípidos en el organismo en estudio, se realizó previamente, la maceración del mismo con una trituradora "Moulinex" y un mortero de porcelana. Posteriormente, se tomaron porciones de 1 g del material triturado y se adicionó 20 mL de una mezcla  $\text{CHCl}_3:\text{CH}_3\text{OH}$  (2:1) (5). Se le agregó como antioxidante butirato de hidroxil-tolueno (BHT). El tejido con la mezcla de solventes se sometió a agitación continua por una hora, se filtró y el residuo fue extraído nuevamente, utilizando el mismo procedimiento para garantizar una extracción eficaz y completa de los lípidos.

El filtrado combinado que contenía los lípidos totales se pasó a un embudo de separación y se le agregó una solución saturada de NaCl (para facilitar la extracción de los lípidos, y no de otros metabolitos, en la capa orgánica), aproximadamente un tercio del volumen del filtrado. Se agitó varias veces y se guardó bajo refrigeración por espacio de 16 horas, aproximadamente. Se separó la capa orgánica y se le agregó  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro como absorbente del agua y se evaporó la mayor cantidad de mezcla de solventes en un rota evaporador. Luego a la fracción lipídica obtenida se le burbujeó nitrógeno gaseoso hasta sequedad y se refrigeró.

### **Caracterización y cuantificación de los diferentes lípidos utilizando la técnica del Iatroscan**

Los lípidos totales extraídos de cada una de las muestras fueron caracterizados y cuantificados por cromatografía de capa fina automatizada, con un detector de ionización a la llama (TLC-FID), sistema Iatroscan (6, 7).

Los análisis en las diferentes muestras se llevaron a cabo con un analizador Iatroscan TH-10 TLC-FID, operando junto con un Iatrocoder TC-11 como integrador. El detector de ionización en llama se operó a un flujo de aire de 0,6 mL/min (bomba generadora) y un flujo de hidrógeno de 190 mL/min. La velocidad de análisis de flujo a 30 cm/min.

Las varillas de cuarzo (recubiertas con sílica gel) se activaron pasándolas dos veces por el detector antes de ser usadas. Las muestras de lípidos (10 mg) previamente disueltas en 1,0 mL de cloroformo, se colocaron en varillas individuales con una inyectora Hamilton.

El desarrollo de los cromatogramas se realizó en un tanque cromatográfico conteniendo hexano-éter dietílico (60:40), una vez corrido el solvente, las varillas se secaron a  $100^{\circ}\text{C}$  por espacio de 3 minutos en un horno IATRON Rod Dryer TK-5, e inmediatamente, se analizaron en el Iatroscan. El área de los picos se midió con el integrador. Los cromatogramas se estudiaron por comparación con los tiempos de retención de patrones comerciales. El contenido lipídico en las muestras de estudio se expresó como el porcentaje de los lípidos totales identificados.

### **Transesterificación de los lípidos totales**

Los ésteres metílicos de estos lípidos se obtuvieron a través del método de Brokerhoff (8). El mismo consistió en saponificar entre 20-40 mg de muestra lipídica, para lo cual se disolvió en 0,5 mL de éter dietílico, se le añadió 1,0 mL de KOH 0,5 mol/L en metanol (seco) y se dejó en reposo por 10 minutos. Una vez transcurrido este tiempo se agregó 0,5 mL de HCl 1,0 mol/L y posteriormente los ésteres metílicos de los ácidos grasos se extrajeron con 3,0 mL de éter de petróleo, en tres porciones de 1,0 mL; se reunieron los extractos de los ésteres metílicos y se evaporó el solvente hasta sequedad con nitrógeno gaseoso.

### Caracterización de los ácidos grasos en los lípidos totales, fosfolípidos y triacilgliceroles

La cromatografía gas-líquida se empleó para determinar la composición porcentual de ácidos grasos en las muestras lipídicas. Los ésteres metílicos correspondientes a cada muestra se analizaron en un cromatógrafo de gas-líquido Agilent modelo 4890 D, acoplado a un detector de ionización de llama (FID) y una columna HP-INNOXWAX 30m de 0,32 mm ID, fase líquida. Se usó nitrógeno como gas de arrastre a un flujo de 1,8 mL/min. La separación se realizó en las siguientes condiciones: Temperatura del inyector: 300°C; Temperatura del detector: 300°C; Temperatura de la columna: 200°C. El área de los picos se determinó con un sistema de adquisición de data HP 3398AGC CHEMSTATION acoplado al cromatógrafo.

La identificación de los ácidos grasos se llevó a cabo mediante comparación de los tiempos de retención determinados con los de patrones comerciales de ésteres metílicos y los resultados se expresaron en porcentajes del total de ácidos grasos presentes en las muestras lipídicas de cada localidad (9).

### Resultados y Discusión

Las ostras analizadas, tanto las de Caroni Swamp (Trinidad) como las colectadas en aguas venezolanas (Lagunas de Chacopata y La Restinga), mostraron el mismo patrón cromatográfico, los cuales se presentaron siguiendo un orden de polaridad (Fosfolípidos>Colesterol>Triacilgliceroles>Ésteres de colesterol) (Figuras 1, 2, 3), con un máximo en la concentraciones de fosfolípidos, seguido el colesterol, triacilgliceroles y en menor proporción los ésteres de colesterol. Dichos resultados pueden ser visualizados en la Tabla 1, la cual muestra las concentraciones de los lípidos en la especie proveniente de las diferentes áreas de estudio.

Estos resultados indican mayor contenido de fosfolípidos con valores máximos de 68,81% en las ostras de la Laguna de Chaco-

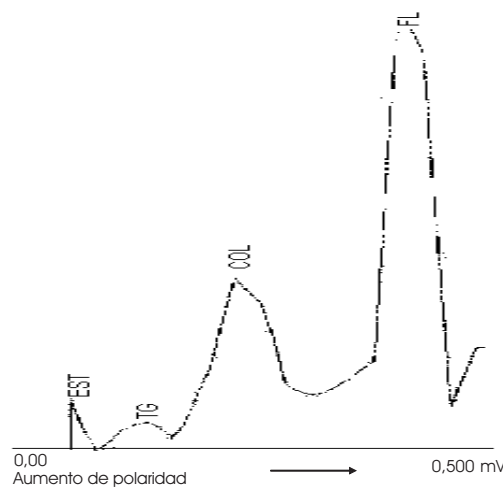


Figura 1. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de Chacopata (EST: ésteres de colesterol, TG: triacilglicerol, COL: colesterol, FL: fosfolípidos).

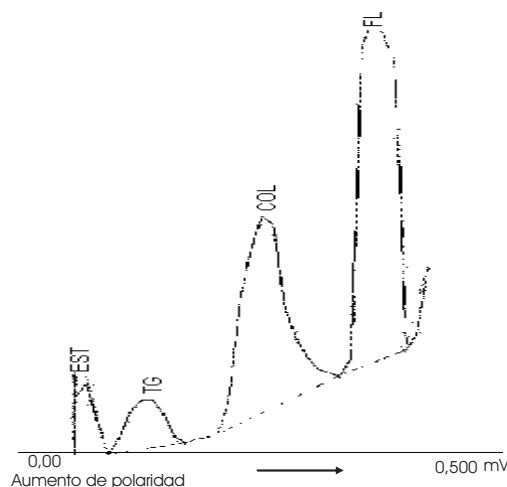


Figura 2. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de La Restinga (EST: ésteres de colesterol, TG: triacilglicerol, COL: colesterol, FL: fosfolípidos).

pata, seguido por los de La Restinga con 52,20% y mínimos de 48,10% en las de Caroni Swamp. Las concentraciones máximas

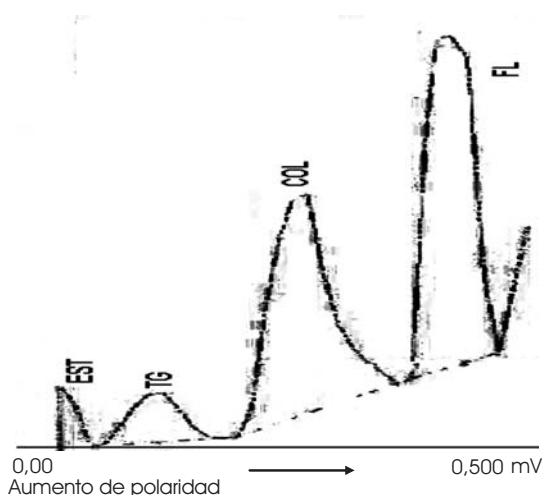


Figura 3. Cromatograma TLC-FID del extracto lipídico de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de Caroni Swamp (EST: ésteres de colesterol, TG: triacilglicerol, COL: colesterol, FL: fosfolípidos).

de colesterol se presentan en las muestras de Caroni Swamp (42,29%), seguido por La Restinga con 38,34% y la Laguna de Chacopata con 28,01%, luego encontramos los triacilgliceroles, con valores máximos en las muestras de La Restinga (7,68%), Caroni Swamp (7,00%) y Chacopata (2,39%) y los lípidos menos abundantes fueron los ésteres de colesterol con valores máximos de 2,61% en las de Caroni Swamp, La Restinga (1,79%) y Laguna de Chacopata (0,80%).

Los valores obtenidos demuestran que la especie de la Laguna de Chacopata presentó el mayor porcentaje de fosfolípidos, pero, a su vez, el menor porcentaje de triacilgliceroles, colesterol y ésteres de colesterol. Al contrario, se puede observar en las procedentes de las lagunas de Caroni Swamp y La Restinga, con menores contenidos de fosfolípidos y mayores en colesterol, triacilgliceroles y ésteres de colesterol.

Los resultados obtenidos fueron estudiados a través de la prueba a posteriori (LSD) (Tabla 2), mostrando en los fosfolípidos y triacilgliceroles la formación de dos

grupos homogéneos; uno formado por las ostras de la Laguna de Chacopata (68,81 y 2,39%) y otro que agrupó a las procedentes de La Restinga (52,20 y 7,68%) y Caroni Swamp (48,10 y 7,00%), respectivamente. En el colesterol se observó tres grupos diferentes: Laguna de Chacopata (28,01%), La Restinga (38,34%) y Caroni Swamp (42,29%) y los ésteres de colesterol mostraron un solo grupo homogéneo conformado por las muestras de la Laguna de Chacopata (0,80%), La Restinga (1,79%) y Caroni Swamp (2,61%).

Las elevadas concentraciones de fosfolípidos en las diferentes muestras de estudio pueden ser debidas a que ellos en asociación con las proteínas y otros lípidos, forman parte de los complejos lipoproteínicos que constituyen la matriz de las paredes de las membranas celulares (10). Además, debido a la facilidad de autoxidación que sufren los ácidos grasos insaturados encontrados en su estructura, los fosfolípidos funcionan en algunos casos como catalizadores de oxidaciones biológicas, otro factor que puede justificar la presencia de fosfolípidos es la hidrólisis de triacilgliceroles donde se forma 1,2-digliceroles a partir de los cuales es posible sintetizar fosfolípidos (11, 12). Adicionalmente, el predominio de fosfolípidos en las diferentes muestras puede ser debido principalmente a hábitos alimenticios, ya que las zonas donde fueron recolectadas las muestras, presentan una abundante vegetación y diversidad de especies marinas de su preferencia (protozoarios, fitoplancton, microalgas, algas, zooplancton, entre otros). Las bajas concentraciones de triacilgliceroles en las muestras de estudio puede ser debido a la síntesis de triacilgliceroles a partir de los ácidos grasos que se sintetizan de los carbohidratos y las proteínas o al almacenamiento de triacilgliceroles proveniente de la alimentación que posee la especie.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 1), el elevado contenido de fosfolípidos (68,81%) y de manera inversa el descenso en el contenido de triacilgliceroles

Tabla 1  
Contenido porcentual de los diferentes lípidos de *C. rhizophorae*

Muestras	Fosfolípidos ( $\bar{X} \pm S$ )	Triacilgliceroles ( $\bar{X} \pm S$ )	Colesterol ( $\bar{X} \pm S$ )	Ésteres de colesterol ( $\bar{X} \pm S$ )
Chacopata	68,81 ± 0,26	2,39 ± 0,55	28,01 ± 0,82	0,80 ± 0,05
La Restinga	52,20 ± 3,40	7,68 ± 0,35	38,34 ± 0,54	1,79 ± 0,53
Caroni Swamp	48,10 ± 2,70	7,00 ± 1,10	42,29 ± 0,90	2,61 ± 0,69

$\bar{X}$ = Media, S= Desviación estándar, n=2

Tabla 2  
Prueba de rangos múltiples realizada entre los diferentes lípidos en la especie *C. rhizophorae* y las áreas de estudio

Muestras (Lagunas)	Fosfolípidos	Triacilgliceroles	Colesterol	Ésteres de colesterol
Chacopata	X	X	X	X
La Restinga	X	X	X	X
Caroni Swamp	X	X	X	X

(2,39%) en las muestras procedentes de la Laguna de Chacopata pudo deberse a que estos lípidos fueron transformados en el hepatopáncreas de la especie por la acción de enzimas hidrolíticas presentes en ácidos grasos y glicerol cuando el estado fisiológico exige que la energía sea proporcionada en forma de grasas, además en este proceso de degradación se forman 1,2-diglicéridos a partir de los cuales, pueden sintetizarse fosfolípidos, lo cuál explicaría el aumento simultáneo en la concentración de fosfolípidos en dichas muestras. Esto sugiere que existe una acumulación de estos diglicéridos, como componentes estructurales de las membranas celulares durante la formación de nuevas especies; así como el acondicionamiento bioquímico de la especie para el período de gametogénesis, tal como lo reporta Brea (13). Por otro lado la presencia de fosfolípidos en elevadas proporciones en todas las muestras de estudio, podría sugerir una reorganización morfológica de los tejidos germinativos y de estructuración citológicas en las células sexuales, para que la especie alcance su madurez gonadal (11, 14).

Por otra parte, los valores inferiores de fosfolípidos observados en las ostras de las lagunas de La Restinga (52,20%) y Caroni Swamp (48,10%), podrían deberse a una degradación química; en este caso por hidrólisis se pierden los ácidos grasos, luego, hay una ruptura del enlace entre la base o el alcohol y el ácido fosfórico y, por último, el  $\alpha$ -glicerol se hidroliza a glicerol y fosfato inorgánico (13, 14). Esto, por consiguiente, puede conducir a la síntesis de triacilgliceroles a partir de los ácidos grasos liberados, lo cual explicaría el mayor porcentaje de triacilgliceroles en las muestras de las lagunas de La Restinga (7,68%) y Caroni Swamp (7,00%).

Adicionalmente, la elevada concentración de colesterol encontrado, pudo deberse al hecho que este lípido forma parte fundamental de la estructura de la membrana celular de la especie en combinación con otros lípidos como los fosfolípidos y ésteres de colesterol, los cuales probablemente estén relacionados con la regulación de la permeabilidad de la membrana celular (15, 16).

Tabla 3  
Composición porcentual de los ácidos grasos en los lípidos totales de *C. rhizophorae* proveniente de la Laguna de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp

Ácidos grasos	Extracto de Chacopata	Extracto de La Restinga	Extracto de Caroni Swamp
C 8:0	1,0	0,0	0,7
C 10:0	1,0	0,0	0,7
C 14:0	3,4	5,0	3,5
C 16:0	6,1	11,7	9,0
C 17:0	1,0	1,5	0,0
C 18:0	1,9	3,1	2,6
C 19:0	1,3	2,0	0,0
C 20:0	1,2	1,9	0,0
C 23:0	0,7	0,7	0,6
C 24:0	11,2	3,0	8,8
<b>Total AGS</b>	<b>28,8</b>	<b>28,9</b>	<b>25,9</b>
C 16:1	0,6	1,9	1,1
C 18:1 $\omega$ -3	0,9	1,2	0,9
C 18:1 $\omega$ -6	0,8	1,4	1,2
C 20:1	0,7	1,0	2,2
<b>Total AGMI</b>	<b>3,0</b>	<b>5,5</b>	<b>5,4</b>
C 18:2	0,8	0,0	0,6
C 18:3	2,0	0,7	2,4
C 20:2	6,9	7,4	7,4
C 20:3	0,6	1,0	0,9
C 20:5 $\omega$ -3	1,7	1,8	2,1
C 22:4	37,2	33,8	31,2
C 22:5 $\omega$ -3	3,6	2,8	2,9
C 22:6 $\omega$ -3	1,5	1,5	1,7
<b>Total AGPI</b>	<b>54,3</b>	<b>49,0</b>	<b>49,2</b>
<b>Total AGNI</b>	<b>13,9</b>	<b>16,6</b>	<b>19,5</b>

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados  
AGPI: ácidos grasos poliinsaturados; AGNI: ácidos grasos no identificados

### Análisis de ácidos grasos en los lípidos totales

El análisis de la composición química de ácidos grasos en los lípidos totales (Tabla 3, Figuras 4, 5, 6), mostró como dominantes a los ácidos grasos poliinsaturados con valo-

res entre 49,0-54,3%, encontrándose un mínimo de 49,0% en las muestras provenientes de La Restinga y un máximo de 54,3% en las procedentes de la Laguna de Chacopata; los ácidos grasos que prevalecieron fueron el ácido adrenico (22:4) entre

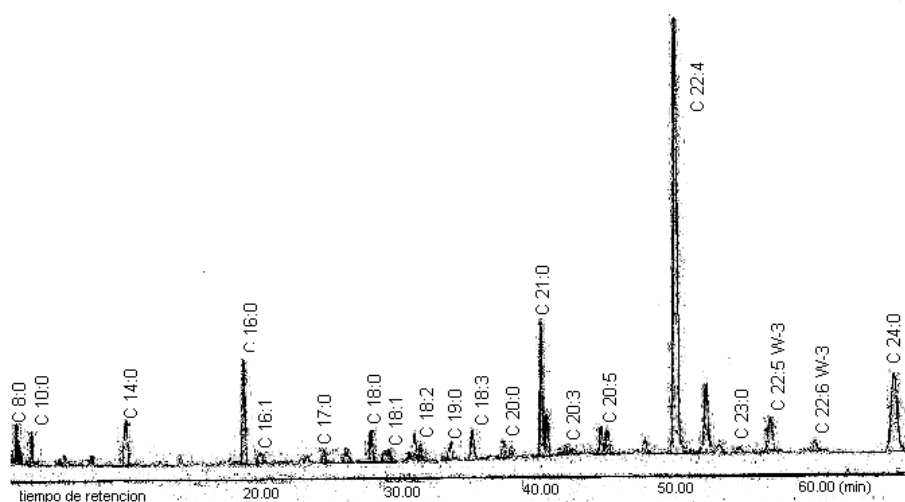


Figura 4. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de Chacopata.

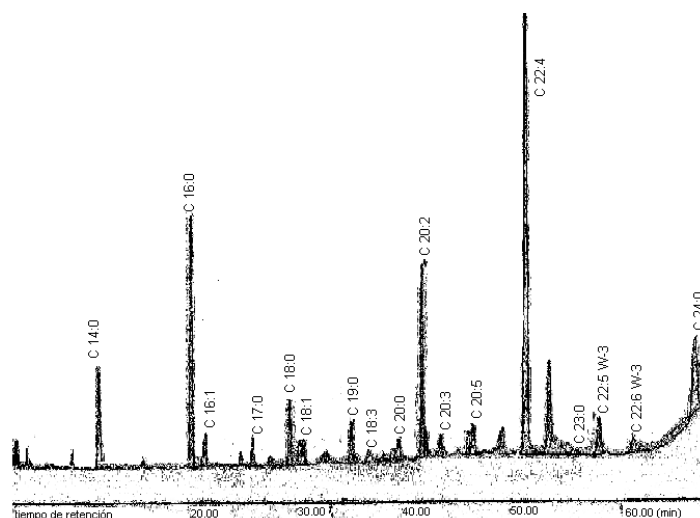


Figura 5. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de La Restinga.

31,2 y 37,2%, seguido del eicosadoenoico (20:2) entre 6,9 y 7,4%, el docosapentaenoico (22:5), el eicosapentaenoico (20:5) y el octadecatrienoico (18:3) en menores proporciones.

Se puede observar que los valores de ácidos grasos poliinsaturados en las ostras de estudio fueron similares. Adicionalmente, debido al elevado contenido de estos ácidos grasos se puede sugerir que el consumo

de la especie es beneficioso para la prevención de enfermedades arterioscleróticas, tal como se reporta en diversos estudios que demuestran que el consumo de ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de colesterol en las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y por ende disminuyen la presión sanguínea y la viscosidad de la sangre (17, 18). De allí, que su consumo pudiera disminuir enfermedades cardiovasculares y cum-



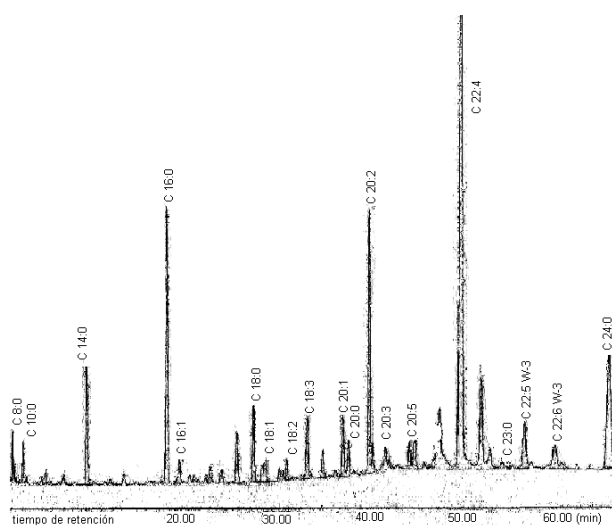


Figura 6. Cromatograma de gases mostrando la composición de ácidos grasos en los lípidos totales de *C. rhizophorae* provenientes de la Laguna de Caroni Swamp.

plir una acción antitrombótica y antiaterogénica en el organismo de los seres humanos (19, 20)

Las grasas saturadas estuvieron entre 25,9-28,8%, observándose valores mínimos de 25,9% en las muestras de Caroni Swamp y máximos de 28,8% en las procedentes de las lagunas de La Restinga y Chacopata; los ácidos grasos saturados más abundantes fueron el ácido palmítico (16:0) con 11,7% en las muestras de La Restinga, Laguna de Caroni Swamp (9,0%) y Laguna de Chacopata (6,1%), seguido el lignocérico (24:0) con valores entre 3,0 y 11,2%, con mínimos de 3,0% en las ostras de La Restinga y máximo en las de Chacopata (11,2%). Los ácidos grasos menos importantes fueron el ácido mirístico (14:0) y el esteárico (18:0). Estas elevadas concentraciones de estos ácidos grasos, podría sugerir que una dieta rica en ostras pudiera incrementar la agregación plaquetaria y aceleraría el proceso de trombosis; sin embargo, estas concentraciones no son preocupantes si se comparan con las elevadas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados obtenidas en las diferentes muestras, las cuales podrían ser capaces de impedir el desarrollo de ateromas y el depósito de colesterol en el organismo humano (19, 20).

Los ácidos grasos monoinsaturados estuvieron en menores proporciones, con valores entre 3,0 y 5,5%, siendo notables las diferencias existentes entre los porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados en los lípidos totales de las muestras en estudio. Además, estos resultados reflejan el acondicionamiento bioquímico que sufre la especie en las zonas de estudio cumpliendo con el requerimiento energético en su ciclo de vida (13).

Por otro lado, se puede notar que los ácidos poli-insaturados del tipo  $\omega$ -3 como el ácido adrénico (22:4) y el ácido eicosapentaenoico (20:5) se encuentran en todas las especies marinas, pues así lo señalan diversas investigaciones realizadas en esta década estableciendo que el consumo de estos ácidos grasos pueden reducir los factores de riesgo relacionadas a lesiones materiales como la aterosclerosis y trombosis (13, 20).

## Conclusiones

Se encontraron máximos valores de fosfolípidos en las muestras de ostras de la Laguna de Chacopata y mínimas para las de La Restinga y Caroni Swamp; de manera inversa se presentaron valores máximas de

colesterol, triacilglicérols y ésteres de colesterol en las ostras de La Restinga y Caroni Swamp; y mínimas en las de la Laguna de Chacopata.

En cuanto a los lípidos totales, se obtuvieron elevadas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados, seguido los ácidos grasos saturados y en menor proporción los ácidos grasos monoinsaturados.

En los lípidos totales se obtuvieron como ácidos grasos saturados predominantes, el ácido palmítico (16:0), esteárico (18:0), mirístico (14:0) y el lignocérico (24:0); entre los ácidos grasos poliinsaturados predominó el adrenico (22:4), el eicosadoenoico (20:2), docosapentaenoico (22:5) y el docosahexaenoico (22:6); entre los ácidos grasos monoinsaturados predominó el oleico (18:1).

El estudio de los niveles químicos de *C. rhizophorae* en las áreas de muestreo suministró información sobre el valor nutricional de las ostras.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente y al Departamento de Química (Núcleo de Sucre) por haber financiado parcialmente esta investigación. A la Universidad Central de Venezuela y al Instituto Universitario de Tecnología-Cumaná, por haber facilitado la realización de algunos análisis. Luisa Rojas y la Universidad de West Indies (Trinidad) por la recolección de las muestras de Caroni Swamp.

### Referencias Bibliográficas

- FRÍAS J. *Contribuciones Ministerio de la Industria Pesquera*, pp. 16, 1976.
- TINEO C. Diversidad de los Moluscos en la Laguna de Bocaripo, Guayacán, Estado Sucre, Venezuela (Trabajo de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 49, 2002.
- BONILLA J., BENITEZ J., OKUDA T. *Boletín Instituto Oceanográfico* 8: 46-52, 1969.
- ALBORNOZ L. Variación Quincenal de la Composición Química de la Ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) Natural y Cultivada en la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita (Tesis de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 63, 1984.
- OVERTURF M., DRYER R. *Experiments in Physiology and Biochemistry* Volumen 2, Academic Press, New York (Estados Unidos), pp. 1976, 1967.
- OHSIMA T., RATNAYARE W., ACKMA R. *Lipids* 64 (2): 48-59, 1987.
- ACKMAN R. *Methods Enzymol* 72: 205-253, 1982.
- CORISTIE W *Lipids Analysis* Primera Edición, Pergamon Press, New York (USA), pp. 78, 1973.
- FARNWORTH E., THOMPSON B., KRAMER J. *Journal of Chromatography* 264: 463-747, 1982.
- CIARFELLA A. Perfil Lipídico en una Muestra de la Población Nororiental de Venezuela. (Tesis de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 67, 1987.
- DEVLIN T. *Bioquímica*, Barcelona (España), pp. 942, 1991.
- PIETER D., RIETVELD C., SWART R. *Lipids* 29: 41-45, 1994.
- BREA J. Variaciones Estacionales en la Composición Bioquímica de *Pecten ziczac*. en Relación al Metabolismo Energético, Crecimiento y Reproducción (Tesis de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 47, 1986.
- VILLARROELA. Caracterización y Cuantificación de las Diferentes Clases de Lípidos Presentes en el Hígado y Tejido Muscular del Marao (*Tylosurus crocodilus*) (Tesis de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 73, 1997.

- 
15. SWINBURN B., RAVUSSIN E. **American Society for Clinical Nutrition** 57: 766-771, 1993.
  16. ANDARCIA W. Caracterización y Cuantificación de Lípidos en el Hígado, Gónadas Femeninas y Tejido Muscular de la Especie Marina *Thalassophryne maculosa* (Tesis de Pregrado). Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), pp. 74, 1997.
  17. CARDONA R., SOLTERO Y. **Tribuna Médica Venezolana** 1: 578-583, 1987.
  18. COHN J., TREMBLAY R., BATAL R., JACQUES H., VEILLEUX L., RODRIGUEZ C., BERNIER L., MAMER O., DAVIGNON J. **Journal of Lipid Research** 43 (10): 1680-1687, 2002.
  19. VAKKILAINEN J., JAUHAINEN M., YLITALO K., NUOTIO I., VIKARI J., EHNHOLM C., TASKINEN M. **Journal of Lipid Research** 43 (4): 598-603, 2002.
  20. CARMENA A. **Temas de Actualización Sobre Colesterol, Lipoproteínas y Aterosclerosis** Argentina, pp. 88, 1987.