

# Composición proximal del tejido muscular de seis peces comestibles recolectados en las costas nororientales de Venezuela

*Proximate composition of the muscular tissue of six edible fish collected from north-west coastal of Venezuela*

Haydelba D'Armas, Alexis Mendoza, María Ranaudo, Gabriel Ordaz

<https://doi.org/10.54139/riiant.v8i30.482>

**Palabras clave:** especies comerciales, peces marinos comestibles, Haemulidae, Carangidae, Gerreidae

**Key words:** Commercial species, fish for food, Haemulidae, Carangidae, Gerreidae

## RESUMEN

Los peces marinos han sido una fuente de alimento para el ser humano desde épocas ancestrales, sin embargo, el conocimiento nutricional de este tipo de alimentos parece no haber sido profundizado debidamente, especialmente de aquellas especies provenientes de aguas venezolanas. Por ello, se propuso evaluar la composición proximal, energética y lipídica de seis especies de peces marinos de alto consumo en la región nororiental de Venezuela. Para cada una, se determinó el contenido total de lípidos, proteínas (540 nm), carbohidratos (630 nm), agua (humedad) y residuo mineral (cenizas) como estándares nutricionales. De acuerdo con los análisis estadísticos hubo diferencias significativas entre especies ( $P < 0,05$ ), obteniéndose tres a cuatro grupos homogéneos. Los resultados sugieren que estos peces marinos, en especial las especies *H. steindachneri* y *C. crysos*, son una fuente de carne magra, rica en proteínas, fosfolípidos y minerales, los cuales podrían ser aprovechados por la industria alimentaria para la elaboración de nuevos productos con alto valor nutricional.

## ABSTRACT

Marine fish have been a source of food for humans since ancient eras. However, it seems that nutritional knowledge of this kind of food has not been completed properly, especially from those that occur in Venezuelan waters. The aim of this study was to evaluate the proximate, energetic, and lipid composition of six high-consumption-marine-fish. Proximate composition was obtained by standard analytic (gravimetric and spectrophotometric) methodologies, including total content of lipids, proteins (540 nm) carbohydrates (630 nm), water (moisture), and remainder minerals (ash). Statistical analyses indicated significant differences among species ( $P < 0.05$ ), being distributed into two to four homogenous groups. Results suggest that these marine fish (especially *H. steindachneri* and *C. crysos*) are a source of lean meat, rich in proteins, phospholipids, and minerals, which could be used by the food industries to manufacture new products with high nutritional value.

## INTRODUCCIÓN

Los peces marinos han sido un producto alimenticio importante para la dieta humana desde tiempos ancestrales y son consumidos en diferentes formas, representando una fuente importante de macro y micronutrientes. Su consumo ofrece mayores beneficios sobre la salud que los productos cárnicos terrestres, debido a su excelente balance de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, lo que muchas veces es ignorado o infravalorado (Tilami y Sampels, 2017; Balami et al., 2019; Tacon et al., 2020).

La carne de pescado es reconocida como una fuente de ácidos grasos esenciales, especialmente los poliinsaturados tipo omega-3, como los ácidos eicosapentaenoico (EPA), y docosahexaenoico (DHA), los cuales han demostrado tener un efecto regulador y beneficioso en los sistemas cardiovascular, ocular y nervioso central, procesos cognitivos y conductuales, así como en la prevención y tratamiento de enfermedades inflamatorias, neurodegenerativas, diabetes y cáncer, entre muchas otras (Domínguez Lorenzo et al., 2017; Shahidi y Ambigaipalan, 2018; Balami et al., 2019). También son una fuente de proteínas altamente digeribles y de gran valor biológico, ricos en aminoácidos esenciales que se encuentran limitados en carnes y vegetales de origen terrestre, como metionina, lisina, leucina y cisteína, así como péptidos bioactivos que han despertado el interés por sus efectos benéficos en los procesos metabólicos

humanos (Tilami y Sampels, 2017; Balami et al., 2019; Dale et al., 2019).

Venezuela es una región privilegiada con acceso al mar Caribe y al océano Atlántico, que sirven de hábitat a una diversidad de especies, especialmente una ictiofauna comestible, cuyo conocimiento nutricional ha sido poco explotado (Cervigón y Rodríguez, 1997; Miloslavich et al., 2003; Cervigón, 2005; Figueroa López y Brante, 2020). La producción pesquera en Venezuela suele destinarse al consumo fresco, la industria conservera, la industria harinera, el consumo seco-salado y la exportación, aunque no es capaz de satisfacer en buena forma la demanda del consumo interno y las exigencias de exportación (Ginés y Pastor, 1980). La región nororiental de Venezuela es una zona pesquera por excelencia por la abundancia de sardinas (*Sardinella aurita*) y su hábitat fértil, ya que pertenece al área de surgencias (Gómez Gaspar, 2002; Figueroa López y Brante, 2020). Aunque los estudios sobre el valor nutricional de los peces de las costas venezolanas son escasos o limitados, algunos de ellos han evidenciado su potencial como fuente de proteínas, ácidos grasos omega-3, aminoácidos esenciales y minerales (Izquierdo Córser et al., 2000). Con el propósito de incrementar el conocimiento sobre el valor nutricional de las especies de peces que se consumen en este país, y que pueden de ser aprovechados para la elaboración de productos de valor agregado con destino a la alimentación de

la población, se evaluó la composición proximal, energética y lipídica del tejido muscular de seis especies provenientes de

la localidad de Guayacán, municipio Cruz Salmerón Acosta, estado Sucre, Venezuela.

## METODOLOGÍA

### Muestreo

En la tabla 1 se indican las seis especies de peces que fueron recolectadas cerca de la población de Guayacán, península de Araya (10°40'23"N, 63°50'31"O), estado Sucre, Venezuela (agosto, 2011), mediante pesca artesanal con red. De cada especie se seleccionaron 12 peces adultos, de aproximadamente iguales dimensiones, los cuales se lavaron con abundante agua destilada, se conservaron en una cava con hielo y se trasladaron al laboratorio de Productos Naturales y Lípidos de la Universidad de Oriente (Núcleo de Sucre, Venezuela) para su posterior análisis. Las muestras de cada especie se filetearon, macerándose el tejido muscular para cada caso.

### Composición lipídica

Los lípidos totales de cada especie se extrajeron empleando la técnica de Overturf y Dryer (1967), homogeneizándose en frío porciones de 1,5 g de tejido muscular con 15 mL de una mezcla cloroformo-metanol (2:1 v/v), por agitación durante 1 h. Luego de filtrar, el residuo se extrajo nuevamente, recogiendo los filtrados en embudos de separación con NaCl 0,05 mol L<sup>-1</sup>. Seguidamente se dejaron reposar en refrigeración por 16 h, se separó la fase orgánica, la cual se secó con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro (~5 g/100 mL de solvente), y se concentró a presión reducida (rotaevaporador Heidolph, ~11 mbar, 40 °C). El extracto lipídico obtenido se burbujeó con nitrógeno gaseoso y se refrigeró. El porcentaje de lípidos totales se determinó por gravimetría.

**Tabla 1.** Especies recolectadas en las costas de la localidad de Guayacán, estado Sucre, Venezuela

N	Nombre local	Otros nombres comunes	Nombre científico	Familia
1	Chere-chere	Cocoroca-de-boca-larga, Burro-latino, Ronco chere-chere	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	Haemulidae
2	Cují	Jeníguano rayado, Ronco pinto, Cocoroca-listrada	<i>Haemulon striatum</i> (Linnaeus, 1758)	Haemulidae
3	Corocoro	Corocoro Congo, Corcoroca, Comegramo	<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	Haemulidae
4	Cojinúa	Cojinoa negra, Jurel azul, Garajuba	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	Carangidae
5	Cataco	Surel, Jurel, Chicharro Garretón	<i>Trachurus lathami</i> (Nichols, 1920)	Carangidae
6	Mojarra	Mojarra rayada, Patao rayado, Caratinga	<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	Gerreidae

Las familias de lípidos presentes en cada extracto se caracterizaron y cuantificaron por cromatografía de capa fina automatizada acoplada a un detector de ionización de llama (TLC-FID) (Ackman, 1981). Se empleó una jeringa Hamilton para inyectar 2  $\mu\text{L}$  de cada solución de extracto lipídico en cloroformo (34 mg  $\text{mL}^{-1}$ ) en varillas de cuarzo individuales recubiertas con gel de sílice, previamente activadas. Las varillas fueron colocadas durante 25 min en un tanque cromatográfico con una mezcla hexano/éter dietílico/ácido acético 70:29:1 (v/v). Seguidamente, las varillas fueron introducidas en un Iatroscan MK-5 operado con un integrador Iatrocorder TC-11. El detector de ionización de llama se operó a un flujo de aire de 1,5  $\text{L min}^{-1}$  (bomba generadora) y un flujo de hidrógeno de 160  $\text{mL min}^{-1}$ . La velocidad de análisis fue de 35 s por varilla. La identificación de los lípidos presentes en el extracto, se realizó por comparación de los tiempos de retención obtenidos con los registrados para patrones comerciales y las proporciones por la integración del área bajo la curva de cada pico del cromatograma.

Para la identificación de los lípidos mediante resonancia magnética nuclear (RMN) de  $\text{C-13}$ , se tomaron aproximadamente 50 mg de cada uno de los extractos de lipídicos totales, se disolvieron en cloroformo deuterado ( $\text{CDCl}_3$ , ~10 mL) con una pequeña cantidad de tetrametilsilano (TMS, ~1 mL) como referencia y se colocaron en tubos de resonancia de 10 mm de diámetro. Los espectros de resonancia se obtuvieron a

75,0 MHz con un espectrómetro Bruker WP-3 V de 300 MHz. Los desplazamientos químicos ( $\delta$ ) se reportaron en ppm con respecto al TMS, comparándose con aquéllos reportados en la literatura para el colesterol, ácidos grasos saturados e insaturados, triacilgliceroles y fosfolípidos.

### Composición proximal

Además del contenido de lípidos totales, se determinaron otros parámetros nutricionales como el contenido de proteínas totales, carbohidratos totales, humedad y cenizas. El contenido de proteínas totales se determinó por el método de Biuret (Alemany y Font, 1983). Cada muestra se preparó a partir de 1 g del tejido muscular que fue homogeneizado en frío con 9 mL de  $\text{NaOH}$  0,1 mol  $\text{L}^{-1}$ , centrifugándose a 3000 rpm durante 15 min. El sobrenadante se mezcló con 0,6 mL del reactivo y se calentó en baño de María por 10 min. Seguidamente, se analizaron en un Spectronic 21 (Milton Roy Company) a 540 nm, a partir de una curva de calibración de albúmina de suero bovino (10 mg  $\text{mL}^{-1}$ ). Para determinar los carbohidratos totales se preparó una dispersión de 1 g de muestra con 10 mL de agua, a la cual se adicionaron 13 mL de la solución de ácido perclórico, se agitó durante 20 min, y se llevó el volumen a 100 mL. Se filtró y se diluyó una alícuota de 10 mL del extracto a 100 mL con agua destilada. Seguidamente se transfirió 1 mL a un tubo de ensayo al cual se le agregó 5 mL del reactivo de antrona y se llevó a baño de María durante 12 min. La concentración de carbohidratos fue determinada espectrofotométricamente a 630 nm, a partir de una curva de

calibración de glucosa 0,1 mg mL<sup>-1</sup> (Winmer et al., 1970).

La cantidad de agua (humedad) y de residuo inorgánico (minerales o cenizas) se determinaron gravimétricamente de acuerdo con los procedimientos descritos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales en las normas 1120 (1997) y 1220 (1999), respectivamente. Se pesó aproximadamente 1 g de cada tejido muscular en crisoles que fueron colocados en una estufa Imperial a 110°C durante 24 h y, posteriormente, se calcinaron en una mufla Vulcan A-130 a 450°C durante 12 h, una vez lograda una masa constante en cada uno de los casos.

## Energía

La energía calórica fue calculada a partir del contenido de nutricional como:

$$E = (9 \text{ kcal g}^{-1} \times \% \text{ lípidos}) + (4 \text{ kcal g}^{-1} \times \% \text{ proteínas}) + (4 \text{ kcal g}^{-1} \times \% \text{ carbohidratos}) \quad (1)$$

## Análisis estadístico

Todas las determinaciones analíticas se realizaron por triplicado, expresándose los resultados como la media  $\pm$  desviación estándar. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor y una prueba a posteriori (Duncan), empleándose el programa estadístico SPSS v.23.0 (IBM Corp.) para determinar diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre especies para cada parámetro en estudio. Pruebas de normalidad fueron realizadas previamente a los datos, los cuales mostraron ser aproximadamente normal.

## RESULTADOS

En la tabla 2 se presenta el contenido nutricional del tejido muscular de las seis especies de peces provenientes de la localidad de Guayacán, estado Sucre, Venezuela. El contenido total de agua (humedad), carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales oscilaron entre 74-80%, 2,3-3,4%, 13-21%, 0,5-1,5% y 0,9-1,4%, respectivamente. La especie *H. steindachneri* presentó el mayor contenido de proteínas y el menor contenido de humedad y minerales. *H. striatum* presentó el mayor contenido de carbohidratos y humedad, así como el menor contenido de proteínas. La especie *O. ruber* presentó el

mayor contenido graso, mientras que *C. crysos* presentó el menor. La especie *T. lathamii* presentó el menor contenido de carbohidratos y las especies *E. plumieri* y *C. crysos* evidenciaron el mayor contenido de minerales. El contenido energético estuvo comprendido entre 77,9 y 107,8 kcal g<sup>-1</sup>, representados por las especies *E. plumieri* y *H. steindachneri*, respectivamente. El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre especies ( $P < 0,05$ ) para los diferentes parámetros, agrupando las especies en tres a cuatro subgrupos.

**Tabla 2.** Composición proximal (%) y contenido energético de seis especies de peces recolectadas en Guayacán, estado Sucre, Venezuela

Parámetro	1	2	3	4	5	6
Humedad	74.47±0.65 <sup>a</sup>	80.51±0.24 <sup>b</sup>	79.42±0.51 <sup>c</sup>	76.64±0.46 <sup>d</sup>	79.68±0.33 <sup>c</sup>	79.92±0.76 <sup>b,c</sup>
Carbohidratos	2.67±0.18 <sup>a</sup>	3.43±0.22 <sup>b</sup>	2.51±0.25 <sup>a,c</sup>	2.64±0.09 <sup>a</sup>	2.34±0.10 <sup>c</sup>	2.35±0.12 <sup>a,c</sup>
Proteínas	21.37±0.46 <sup>a</sup>	13.90±0.27 <sup>b</sup>	15.67±0.18 <sup>c</sup>	18.40±0.98 <sup>d</sup>	16.18±0.29 <sup>c</sup>	15.40±0.89 <sup>c</sup>
Lípidos	1.30±0.53 <sup>a,b</sup>	1.24±0.17 <sup>a,b</sup>	1.48±0.07 <sup>a</sup>	0.53±0.09 <sup>d</sup>	1.01±0.08 <sup>b,c</sup>	0.76±0.16 <sup>b,c,d</sup>
Minerales	0.91±0.11 <sup>a</sup>	1.03±0.06 <sup>a</sup>	0.95±0.14 <sup>a</sup>	1.44±0.03 <sup>b</sup>	0.98±0.21 <sup>a</sup>	1.44±0.09 <sup>b</sup>
E*/kcal g <sup>-1</sup>	107.8±4.9 <sup>a</sup>	80.5±1.3 <sup>b</sup>	86.0±2.1 <sup>c,d</sup>	89.0±3.0 <sup>d</sup>	83.2±1.7 <sup>b,c</sup>	77.9±4.0 <sup>b</sup>

1: *H. steindachneri*, 2: *H. striatum*, 3: *O. ruber*, 4: *C. crysos*, 5: *T. lathami*, 6: *E. plumieri*, E\*: Energía calculada. Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas entre especies (P<0.05).

Los componentes lipídicos principales en las seis especies fueron fosfolípidos (FLP, 66,10-90,80%) y triacilgliceroles (TAG, 6,77-34,00%), observándose diferencias significativas entre todas las especies (P<0,05, tabla 3). La especie *H. steindachneri* fue la que presentó el mayor contenido de FLP, mientras que los TAG se

encontraron en mayor proporción en la especie *O. ruber*. Los peces *C. crysos* y *E. plumieri* también exhibieron una pequeña proporción de ácidos grasos libre (AGL, 0,80-1,00%), colesterol (COL, 4,50%) y ésteres de colesterol (ESC, 1,30-6,90%).

**Tabla 3.** Composición de lipídica de seis especies de peces recolectadas en Guayacán, estado Sucre, Venezuela

Lípido	1	2	3	4	5	6
FLP	90.80±0.30 <sup>a</sup>	68.30±0.20 <sup>b</sup>	66.10±0.80 <sup>c</sup>	85.30±0.90 <sup>d</sup>	76.80±0.70 <sup>e</sup>	81.30±0.50 <sup>f</sup>
TAG	9.20±0.30 <sup>a</sup>	32.00±0.20 <sup>b</sup>	34.00±0.80 <sup>c</sup>	6.77±0.45 <sup>d</sup>	23.00±0.70 <sup>e</sup>	7.10±0.10 <sup>e</sup>
AGL	-	-	-	0.80±0.10 <sup>a</sup>	-	1.00±0.10 <sup>b</sup>
COL	-	-	-	4.50±0.30 <sup>a</sup>	-	4.50±0.10 <sup>a</sup>
ESC	-	-	-	1.30±0.10 <sup>a</sup>	-	6.90±0.10 <sup>b</sup>

1: *H. steindachneri*, 2: *H. striatum*, 3: *O. ruber*, 4: *C. crysos*, 5: *T. lathami*, 6: *E. plumieri*, FLP: Fosfolípidos, AGL: Ácidos grasos libres, COL: Colesterol, TAG: Triacilgliceroles, ESC: Ésteres de colesterol. Los valores son medias de tres réplicas ± desviación estándar. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas entre especie (P<0.05).

En la tabla 4 se reportan los desplazamientos químicos (δC) obtenidos en los análisis de RMN de los extractos lipídicos de las seis especies de peces. La

mayoría de los espectros presentaron señales similares que no evidenciaron diferencias significativas (P>0,05).

**Tabla 4.** Asignaciones de las señales ( $\delta C \pm 0,1$ ) de RMN de C-13 de los extractos lipídicos de los seis peces recolectados en Guayacán, estado Sucre, Venezuela

Señal	1	2	3	4	5	6	Interpretación*
A	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	-CH <sub>3</sub> (C <sub>n</sub> de ácidos grasos)
B	22,6	22,6	22,6	22,7	22,7	22,7	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> (C <sub>n-1</sub> de ácidos grasos)
C	24,8	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8	-COO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> - (C <sub>3</sub> de ácidos grasos)
D	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> - (C <sub>n-8</sub> , C <sub>n-5</sub> de ácidos grasos)
E	28,9		28,9		28,9	28,9	-CH <sub>2</sub> -CH=CH- (C <sub>n-11</sub> de ácidos grasos)
F	29,6	29,7	29,6	29,7	29,7	29,6	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -
G	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> (C <sub>n-2</sub> de ácidos grasos)
H	34,0	34,0	34,0	33,9	34,0	33,9	-O-(C=O)-CH <sub>2</sub> - (C <sub>2</sub> de ácidos grasos)
I	54,4		54,4	54,4	54,4		-N <sup>+</sup> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (lecitina)
J	62,1	62,1	62,1		62,2		α-CH <sub>2</sub> -O- (C <sub>1,3</sub> del esqueleto glicerol)
K		65,0					-CH <sub>2</sub> -N <sup>+</sup> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (lecitina)
L		68,9	69,0		68,9		β-CH-O- (C <sub>2</sub> del esqueleto glicerol)
M	129,8	129,7	129,7		129,7		-CH=CH-
N	130,0	130,0	129,9		129,9		-CH=CH-
O	173,3	173,3	173,3		173,3		-O-(C=O)- (C <sub>1</sub> de ácidos grasos)
P			178,0				HO-(C=O)- (C <sub>1</sub> de ácidos grasos libres)

1: *H. steindachneri*, 2: *H. striatum*, 3: *O. ruber*, 4: *C. crysos*, 5: *T. lathamii*, 6: *E. plumieri*, \*: Asignaciones con base en los valores reportados por Everts y Davis (2000) y Gao (2008). Los valores son medias de tres réplicas  $\pm$  desviación estándar.

A campo bajo se observaron señales alrededor de 173 y 130 ppm asociados a carbonos tipo carbonilos (C=O) y olefinas (C=C), respectivamente. Alrededor de 60-70 ppm se encontraron señales atribuidas a carbonos con enlaces simples hacia átomos electronegativos como el oxígeno (C-O). Mientras que a campo alto ( $\delta C$  35-14 ppm) se observaron las diferentes señales alquílicas (C-C) asociados con los diferentes entornos químicos.

### Discusión

Los valores de humedad, proteínas, lípidos, y minerales totales encontrados para los seis peces de las costas nororientales venezolanas (tabla 1) se

corresponden con los valores reportados para otras especies de peces de diferentes regiones, cuyos valores oscilaron alrededor de 65-80%, 15-21%, 0,2-25% y 0,5-2%, respectivamente (Fonseca-Rodríguez y Chavarría-Solera, 2017; Pal et al., 2018; Balami et al., 2019). El contenido de agua en factor importante a considerar en un análisis proximal, ya que proporciona una idea de la frescura de los alimentos y se le asocia una relación inversa con los demás componentes nutricionales, especialmente con el contenido de grasas y proteínas (Ahmed et al., 2022). La cantidad de agua está asociada a factores biológicos intrínsecos de los peces, como la etapa de

desarrollo de los mismos (siendo mayor en especies adultas) o a procesos de osmorregulación (Ahmed et al., 2022; Herawati et al., 2017). Algo a considerar para mantener la calidad de los peces por más tiempo es reducir la humedad, ya que así se reduce la susceptibilidad microbiana y la degradación oxidativa de otros macronutrientes (Oluwaniyi y Dosumu, 2009).

De acuerdo con Ahmed et al. (2022) los peces marinos pueden presentar valores bajos (<15%), altos (15-20%) y muy altos (>20%) de proteínas. Con base en esta información la mayoría de las especies evaluadas (4 de 6) presentaron valores altos de proteínas, la especie *H. steindachneri* presentó un valor muy alto, y la especie *H. striatum* un valor bajo, observándose la relación negativa del contenido de proteína con el contenido de agua.

El contenido de carbohidratos en los músculos de los peces rara vez es reportado dentro de la composición proximal. La mayoría de las veces, este valor suele obtenerse por diferencia de los otros compuestos, reportándose valores muy bajos (prácticamente cero). Sin embargo, los valores reportados en este estudio son valores obtenidos experimentalmente que pueden asociarse con glucógeno muscular disponible para el movimiento y no como almacén energético en períodos de baja disponibilidad de alimentos (Hemre et al., 2002). Por lo cual los valores encontrados en este estudio pueden estar relacionados a las condiciones de estrés durante su captura.

Los peces pueden clasificarse de acuerdo con su contenido total de grasas como grasos o azules (>7 g/100 g), moderadamente grasos (4-7 g/100 g), bajos en grasas (2-4 g/100 g) y magros o blancos (<2 g/100 g) (Özden et al., 2010; Acuña Reyes, 2013, Ahmed et al., 2022). Con base en esta clasificación puede afirmarse que los seis peces marinos en estudio son magros, debido a que el contenido de grasa total en el tejido muscular de estos peces no superó el 1,5%.

Como se observa en la tabla 3, la composición grasa estuvo representada mayormente por fosfolípidos (60-90%), y las señales obtenidas por RMN-C13 para los extractos lipídicos (tabla 4) se ajustan con la presencia de glicerofosfolípidos, con posibles ácidos grasos saturados e insaturados. Los 3 carbonos del glicerol fueron detectados aproximadamente a  $\delta C$  de 69 y 62 ppm, mientras que las señales a  $\delta C$  de 54 y 65 ppm parecen corresponder con los carbonos enlazados a nitrógeno como fosfolípidos tipo fosfatidilcolina y/o fosfotidiletanolamina. Las señales a  $\delta C$  de 129-130, indican la presencia de carbonos con enlaces dobles (C=C), mientras que las señales a  $\delta C$  de 27-29, parece indicar entornos químicos correspondientes a ácidos grasos tipo n-9 y n-6.

Los fosfolípidos de origen marino, especialmente aquellos con fragmentos de ácidos grasos poliinsaturados de tipo omega-3 como el ácido docosahexaenoico, resultan de gran interés debido a su biodisponibilidad y función en la salud humana, siendo los únicos capaces entrar al cerebro a través de la barrera sanguínea, en

comparación con los triacilglicerolos o los ácidos grasos libres relacionados (Ahmmed et al., 2020; Lordan et al., 2020). Además, estos fosfolípidos juegan un rol importante en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, desórdenes neurológicos y enfermedades asociadas a hígado graso (Schverer et al., 2020; Tacon et al., 2020).

Los ácidos grasos poliinsaturados también cumplen un rol importante en la regulación

de los niveles de colesterol y triglicéridos, así como coadyuvantes en el tratamiento de desórdenes neurodegenerativos e inflamatorios (Alagawany et al., 2021; Kumar y Sharma, 2022). Recientemente, también ha surgido evidencia de su posible rol prebiótico (Rinninella y Costantini, 2022) y beneficio en pacientes de COVID-19 (Djuricic y Calder, 2021).

## CONCLUSIONES

Los peces cherechere (*H. steindachneri*), cují (*H. striatum*), corocoro (*O. ruber*), cojinúa (*C. crysos*), cataco (*T. lathami*) y mojarra (*E. plumieri*), provenientes de Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, evidenciaron ser una fuente de carne magra que pueden proveer nutrientes beneficiosos para la salud como proteínas, fosfolípidos y minerales, así como posibles ácidos grasos insaturados de las familias  $\omega$ -6 y  $\omega$ -9. Las especies *H. steindachneri* y *C. crysos* exhibieron la mayor proporción de

proteínas y fosfolípidos. Además de recomendar la ingesta de estas especies en la dieta cotidiana, como producto fresco, también deberían ser considerados por la industria alimentaria como materia prima para la elaboración de otro tipo de productos para consumo humano o animal, como filetes en lata, croquetas, hamburguesas, entre otros, que pueden ofrecer nutrientes indispensables para la alimentación de la población.

## REFERENCIAS

Ackman, R.G. (1981). Flame ionization detection applied to thin layer chromatography on coated quartz rods. *Methods Enzymol.*, 72, 205-252. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(81\)72013-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(81)72013-5)

Acuña Reyes, M.J. (2013). Peces de cultivo, composición, comparación con carnes de consumo habitual. Ventajas del consumo de pescados. *Diaeta*, 31(143), 26-30.

Ahmed, I., Jan, K., Fatma, S., & Dawood, M. A. (2022). Muscle proximate composition of

various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(3), 690-719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>

Ahmmed, M. K., Ahmmed, F., Tian, H., Carne, A., & Bekhit, A. E. D. (2020). Marine omega-3 (n-3) phospholipids: A comprehensive review of their properties, sources, bioavailability, and relation to brain health. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 19(1), 64-123. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12510>

- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., El-Sabrou, K., Alqaisi, O., Dawood, M. A., Soomro, H., & Abdelnour, S. A. (2022). Nutritional significance and health benefits of omega-3, -6 and -9 fatty acids in animals. *Animal Biotechnology*, 33(7), 1678-1690. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1869562>
- Aleman, M., & Font, S. (1983). *Prácticas de bioquímica*. Alhambra, España. 335 p.
- Balami, S., Sharma, A., & Karn, R. (2019). Significance of nutritional value of fish for human health. *Malays. J. Halal Res.*, 2(2), 32-34. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0012>
- Cervigón, F. (2005). La ictiofauna marina de Venezuela: Una aproximación ecológica. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente*, 44(1), 3-28.
- Cervigón, F., & Rodríguez, B. (1997). Peces marinos. 15-52. En: La Marca, E. (Ed.). *Vertebrados: Actuales y fósiles de Venezuela*. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, Venezuela.
- COVENIN (1997). Norma 1120: *Carnes y productos cárnicos. Determinación de humedad*. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN. (1999). Norma 1220: *Carnes y productos cárnicos. Determinación del contenido total de cenizas*. Fondonorma, Caracas.
- Dale, H. F., Madsen, L., & Lied, G. A. (2019). Fish-derived proteins and their potential to improve human health. *Nutr. Rev.*, 77(8), 572-583. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz016>
- Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. *Nutrients*, 13(7), 2421 (23pp.). <https://doi.org/10.3390/nu13072421>
- Domínguez Lorenzo, J., Cerino Frías, T.C., Martínez García, R., Álvarez González, C.A., Contreras García, M.J., Macdonal Vera, A., & Rosado, L. C. (2017). Los lípidos en los peces y los aportes benéficos en la salud humana. *Kuxulkab'*, 23(47), 23-30. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a23n47.1515>
- Everts, S., & Davis, J. H. (2000).  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR of multilamellar dispersions of polyunsaturated (22:6) phospholipids. *Biophys. J.*, 79(2), 885-897. [https://doi.org/10.1016/S0006-3495\(00\)76344-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(00)76344-2)
- Figueroa López, N., & Brante, A. (2020). Estado actual del conocimiento de las bioinvasiones marinas en Venezuela: Temáticas desarrolladas y tendencia temporal. *Gayana*, 84(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382020000100001>
- Fonseca-Rodríguez, C., & Chavarría-Solera, F. (2017). Composición proximal en algunas especies de pescado y mariscos disponibles en el pacífico costarricense. *Uniciencia*, 31, 23-28. <https://doi.org/10.15359/ru.31-1.3>
- Gao, L. (2008). *Determination of quantitative nutritional labeling compositional data of lipids by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectroscopy*. Master Thesis, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, Macdonald Campus, McGill University, Montreal, Quebec, Canada.
- Ginés, H., & Pastor, G. (1980). *Algunas consideraciones acerca de la producción y comercialización de productos marinos en Venezuela*. 82-96.
- Gómez Gaspar, A. (2002). Selección de peces marinos para cultivos intensivos en el nororiente de Venezuela. *Bol. Investig. Mar. Costeras*, 31(1), 53-63. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2002.31.0.286>
- Hemre, G.I., Mommsen, T.P., & Kroghdahl, Å. (2002). Carbohydrates in fish nutrition: Effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquacult. Nutr.*, 8(3), 175-194. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00200.x>

- Herawati, T., Yustiati, A., Nurhayati, A., & Mustikawati, R. (2018, April). Proximate composition of several fish from Jatigede Reservoir in Sumedang district, West Java. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 137, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Izquierdo Córser P., Torres Ferrari, G., Barboza de Martínez, Y., Márquez Salas, E., & Allara Cagnasso, M. (2000). Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 50(2), 187-194.
- Khalili Tilami, S., & Sampels, S. (2018). Nutritional value of fish: Lipids, proteins, vitamins, and minerals. *Rev. Fish. Sci. Aquac.*, 26(2), 243-253. <https://doi.org/10.1080/23308249.2017.1399104>
- Kumar, J. B. S., & Sharma, B. (2022). A review on neuropharmacological role of erucic acid: an omega-9 fatty acid from edible oils. *Nutritional Neuroscience*, 25(5), 1041-1055. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2020.1831262>
- Lordan, R., Redfern, S., Tsoupras, A., & Zabetakis, I. (2020). Inflammation and cardiovascular disease: Are marine phospholipids the answer? *Food Funct.*, 11(4), 2861-2885. <https://doi.org/10.1039/C9FO01742A>
- Miloslavich, P., Klein, E., Yerena, E., & Martin, A. (2003). Marine biodiversity in Venezuela: status and perspectives. *Gayana*, 67(2), 275-301.
- Oluwaniyi, O. O., & Dosumu, O. O. (2009). Preliminary studies on the effect of processing methods on the quality of three commonly consumed marine fishes in Nigeria. *Biokemistry*, 21(1), 1-7.
- Overturf, M., & Dryer, R. (1967). Experiments in the biochemistry of animal lipids. 81-163. En: Kerkut, G. (Ed.). *Experiments in physiology and biochemistry*, Vol 2. Academic Press, New York. 574 p.
- Özden, Ö., Erkan, N., & Ulusoy, Ş. (2010). Determination of mineral composition in three commercial fish species (*Solea solea*, *Mullus surmuletus*, and *Merlangius merlangus*). *Environ. Monit. Assess.*, 170, 353-363. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1238-5>
- Pal, J., Shukla, B.N., Maurya, A.K., Verma, H.O., Pandey, G. & Amitha, A. (2018). A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(2), 427-430.
- Rinninella, E., & Costantini L. (2022). Polyunsaturated Fatty Acids as Prebiotics: Innovation or Confirmation? *Foods*, 11(2), 146. <https://doi.org/10.3390/foods11020146>
- Schverer, M., O'Mahony, S.M., O'Riordan, K.J., Donoso, F., Roy, B.L., Stanton, C., Dinan, T.G., Schellekens, H., & Cryan, J.F. (2020). Dietary phospholipids: Role in cognitive processes across the lifespan. *Neurosci. Biobehav. R.*, 111, 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.01.012>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2018). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annu. Rev. Food Sci. T.*, 9, 345-381. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-111317-095850>
- Tacon, A.G.J., Lemos, D., & Metian, M. (2020). Fish for health: Improved nutritional quality of cultured fish for human consumption. *Rev. Fish. Sci. Aquac.*, 28(4), 449-458. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1762163>
- Winmer, L., Lemb, R., & Tate, L. (1970). Glycogen changes during metamorphosis of *Phormia regina*. 395-401. En: Kerkut G. (Ed.). *Experiments in physiology and biochemistry*, Vol. 3. Academic Press, New York.

**Autores**

**Haydelba D'Armas.** Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencia, Departamento de Química, Cumaná, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9301-3801>

Email: [hdarmasr@gmail.com](mailto:hdarmasr@gmail.com)

**Alexis Enrique Mendoza Navarro.** Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencia, Departamento de Química, Cumaná, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5670-5657>

Email: [alemen85@gmail.com](mailto:alemen85@gmail.com)

**María Antonieta Ranaudo.** Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Caracas Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8233-3225>

Email: [maria.ranaudo@ciens.ucv.ve](mailto:maria.ranaudo@ciens.ucv.ve)

**Gabriel José Ordaz González.** Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencia, Departamento de Química, Cumaná, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4472-2596>

Email: [gordaz@udo.edu.ve](mailto:gordaz@udo.edu.ve)

Recibido: 16-03-2023

Aceptado: 21-06-2023