

Composición proximal, ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de harina artesanal de caribe (*Serrasalmus rhombeus* Pisces: Characidae) proveniente de Caicara del Orinoco-Venezuela

Por Douglas R. Belén-Camacho^{(1)*}, David García⁽¹⁾, Mario José Moreno-Álvarez⁽¹⁾, Carlos Medina⁽¹⁾ y Ángel Granados⁽²⁾.

⁽¹⁾ Universidad Simón Rodríguez, Ingeniería de Alimentos, Laboratorio de Biomoléculas, carretera Urama - Bejuma, Bejuma, Estado Carabobo, Venezuela.

E-mail: biomoleculasdrbc@hotmail.com

⁽²⁾ Universidad de Oriente. Instituto Limnológico. Caicara del Orinoco, Cedeño, Estado Bolívar, Venezuela.

RESUMEN

Composición proximal, ácidos grasos y características fisicoquímicas de aceite de harina artesanal de caribe (*Serrasalmus rhombeus* Pisces: Characidae) proveniente de Caicara del Orinoco-Venezuela

El caribe (*Serrasalmus rhombeus*) es un pez de la familia Characidae de la cuenca de los ríos Orinoco y Amazonas, de poco valor comercial debido a su estructura espinosa y a creencias relacionadas con su hábito alimentario, pero que en años recientes los pobladores de las zonas donde existe naturalmente le han dado utilidad mediante la obtención artesanal de una harina que es expendida para consumo humano; sin embargo, no se dispone de información referente a su composición química. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición química proximal del producto comercializado como harina de caribe y algunas características fisicoquímicas del extracto lipídico de la misma así como el perfil de ácidos grasos. Se seleccionaron aleatoriamente tres muestras de harina de caribe en locales comerciales ubicados en Caicara del Orinoco, estado Bolívar-Venezuela y se les determinó los contenidos de: humedad ($6,00 \pm 0,45$ %), proteína cruda (N x 6,25: $52,78 \pm 2,36$ %), grasa cruda ($22,47 \pm 1,08$ %) y ceniza total ($24,58 \pm 3,12$ %). El contenido de materia grasa fue extraído con n-hexano y se le determinó: Acidez libre ($5,66 \pm 0,15$ % p/p como ácido oleico), índice de peróxidos ($23,50 \pm 1,02$ meq O₂/kg), índice de yodo ($152,2 \pm 0,5$ cg I₂/g), índice de saponificación ($186,5 \pm 0,3$ mg KOH/g) y materia insaponificable ($2,3 \pm 0,4$ g/kg). El perfil de ácidos grasos, obtenido por cromatografía de gas, mostró una relación de ácidos grasos insaturados / ácidos grasos saturados de 5,62, donde el 59,9 % de los ácidos fueron de monoinsaturados y el 25,0 % poliinsaturados. La harina de caribe evaluada es una importante fuente de nutrientes de potencial utilidad como materia prima en alimentación animal.

PALABRAS-CLAVE: Aceite de pescado - Ácidos grasos - Caribe - Characidae - Harina de pescado - *Serrasalmus*.

SUMMARY

Proximate composition, fatty acids and physicochemical characteristics of artesian meal caribe (*Serrasalmus rhombeus* Pisces: Characidae) meal oil from Caicara del Orinoco-Venezuela

Caribe (*Serrasalmus rhoembeus*) is a Characidae fish that lives in the basins of the Orinoco and Amazon rivers. It is an

underutilized specie although in the last years has been marketed in the form of a meal which is obtained through a handmade process but without information about its chemical composition. This research was conducted to evaluate the proximate composition of commercial caribe meal, the fatty acids profile and some physicochemical properties of its lipidic extract. Three aleatory samples of meal were selected in Caicara del Orinoco shops, Bolívar state -Venezuela. Moisture (6.00 ± 0.45 %), crude protein (N x 6.25: 52.78 ± 2.36 %), crude fat (22.47 ± 1.08 %) and total ash (24.58 ± 3.12 %) were determined in each sample. The fat was extracted with n-hexane and it was analyzed for free fatty acids (5.66 ± 0.15 % as oleic acid), peroxide value (23.50 ± 1.02 meq O₂/kg), iodine value (152.2 ± 0.5), saponification value (186.5 ± 0.3 mg KOH/g) and unsaponifiable matter (2.3 ± 0.4 g/kg). The fatty acids profile showed an unsaturated acids/ saturated acids ratio of 5.62 with 59.9 % of monounsaturated fatty acids and 25.0 % of polyunsaturated fatty acids. Caribe meal is an important source of nutrients and a potential raw material for human food.

KEY-WORDS: Caribe - Characidae - Fatty acids - Fish meal - Fish oil - *Serrasalmus*.

1. INTRODUCCIÓN

El pescado constituye una fuente de proteína fácilmente digerible que presenta en su estructura aminoácidos esenciales en proporciones que le imparten un alto valor nutritivo (Izquierdo-Cóser *et al.*, 2000; Venugopal *et al.*, 1996); además posee niveles importantes de vitaminas, minerales y ácidos grasos insaturados que lo ubican como uno de los alimentos más completos desde el punto de vista nutricional (Izquierdo-Cóser *et al.*, 2000; Sikorski *et al.*, 1994 b). La captura mundial de pescado supera los 100 millones de toneladas (Kristinsson *et al.*, 2000). En Venezuela, la producción pesquera anual representa cerca del 6 % de la producción total de alimentos, superando las 475.000 toneladas de producto fresco (Belén-Camacho, 2003). Se ha estimado que aproximadamente el 10 % de las especies comercializables se pierde debido a la falta de infraestructura adecuada y deficiencia en el almacenamiento a bajas temperaturas, lo cual propicia

el deterioro rápido por acción bacteriana, oxidación lipídica y/o cambios autolíticos (Kristinsson *et al.*, 2000; Sikorski *et al.*, 1994a; Venugopal y Shahidi, 1995). Por otra parte, alrededor del 30 % del total capturado es considerado como especies infrautilizadas, término aplicado a los especímenes cuyas características no los hacen atractivos para fines comerciales; dentro de estas características se encuentran: composición extremadamente heterogénea, estructura ósea inapropiada o altamente espinosa, tamaño muy pequeño, apariencia, textura y sabor extraños, así como también razones culturales (Venugopal *et al.*, 2000). En este sentido, reviste interés la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento del pescado infrautilizado.

Un ejemplo de especie infrautilizada es el caribe (*Serrasalmus rhoembeus*), el cual es un pez de agua dulce perteneciente a la familia Characidae que habita en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, que se caracteriza por ser un carnívoro feroz, de cuerpo aplastado, boca provista de afilados dientes. Aunque es abundante y de buen sabor, no es suficientemente aprovechado como alimento debido a su estructura altamente espinosa y a creencias relacionadas con su condición alimentaria (González, 1999). En años recientes, los pobladores de las zonas donde el caribe existe naturalmente le han dado utilidad en la elaboración artesanal de harina, producto que es comercializado a pequeña escala como condimento y cuyo uso se ha incrementado porque se le han atribuido efectos afrodisíacos (Hoogesteijn, 2001). Sin embargo, no se dispone de información científica que avale esa propiedad, así como tampoco referente a su composición.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición proximal de la harina de pescado caribe comercializada en Caicara del Orinoco, estado Bolívar-Venezuela, y algunas características fisicoquímicas de la materia grasa extraída de dicha harina.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Muestra

En tres locales comerciales de Caicara del Orinoco, estado Bolívar-Venezuela, seleccionados aleatoriamente de un total de 10 que expendían el producto denominado harina de caribe procesada artesanalmente, se adquirieron tres envases, uno por local, conteniendo cada uno 500 ± 10 g; los envases consistieron en frascos de vidrio transparente herméticamente cerrados. De acuerdo a información proporcionada por los vendedores, la harina se obtuvo de pescado caribe eviscerado, tratado con sal común, secado al sol y sometido a molienda.

2.2. Composición proximal

Con base en metodologías de la AOAC (1990) se le determinó a cada muestra de harina: humedad, proteína cruda (método Kjeldahl, N x 6, 25),

grasa cruda (método Soxhlet, extracción con n-hexano) y ceniza.

2.3. Obtención del aceite crudo

Se extrajo la materia grasa de cada muestra con n-hexano (Riedel-de Haën, p.a) en un equipo multifuncional marca DIDACTA (Italia) modelo IC47D-04, empleando un flujo de solvente de 140 mL/min, temperatura de extracción 60 °C, alimentación 200,0 g. La operación se aplicó hasta que el extracto presentó dos valores sucesivos constantes de índice de refracción (medido a 25 °C en un refractómetro marca BAUSCH & LOMB modelo Abbe II). El aceite crudo extraído de cada muestra se separó mediante destilación del solvente en un rataevaporador (Heidolph VV2011), se envasó en frascos de vidrio ámbar herméticamente cerrado y se almacenaron en condiciones de refrigeración.

2.4. Perfil de ácidos grasos

Al aceite crudo de caribe de cada muestra se le determinó la composición en ácidos grasos, después de su metilación, mediante cromatografía de gas según la metodología descrita por Izquierdo-Cóser *et al.* (2000). Se empleó un cromatógrafo de gases HP 5730A con detector de ionización de llama y una columna capilar Supelco® SP 2380 (30m/0,2µm). Las temperaturas del inyector y el detector se fijaron a 230°C. La programación de temperatura fue isotérmica a 185°C, y el gas portador fue helio a 15 psi de presión. Se utilizaron patrones de ácidos grasos para la puesta a punto del método.

2.5. Características fisicoquímicas del aceite extraído de la harina de caribe

Al aceite crudo obtenido de cada muestra de harina se le determinó: índice de yodo por el método de Wijs, índice de saponificación, índice de peróxidos, acidez libre y materia insaponificable (AOAC, 1990)

2.6. Presentación de los resultados

Los análisis aplicados a cada muestra de harina para la determinación de la composición proximal, así como los efectuados al aceite, se realizaron por triplicados y los resultados se representaron como valores promedios de 9 repeticiones \pm los límites de confianza calculados con base en la distribución "t" ($P < 0,05$), a excepción del perfil de ácidos grasos que se realizó un análisis por muestra y los valores se presentaron como promedios de tres repeticiones \pm la desviación estándar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición proximal

En la Tabla 1 se presentan los valores de la composición proximal de la harina de caribe anali-

Tabla 1
Composición proximal de la harina de pez Caribe*

Humedad	Proteína **	Grasa **	Ceniza**
6,00±0,45	52,78±2,36	22,47±1,08	24,58±3,12

* Valores promedios (n = 9) ± t x S/n^{1/2} (P < 0,05), con S = desviación estándar.

** Resultados referidos a % p/p en base seca.

zada. El contenido de humedad fue 6,00 ± 0,45 %, lo que representa una proporción de materia seca de 94,00 %. El mayor componente de la materia seca fue proteína cruda (52,78 ± 2,36 %), lo que confirma la importancia de este producto como nutriente. El segundo componente en proporción fue la ceniza (24,58 ± 3,12 %) y luego se encontró la grasa cruda (22,47 ± 1,08 %). Los límites de confianza (P < 0,05) establecidos mediante la distribución t a partir de los valores experimentales obtenidos evidencian uniformidad en las muestras evaluadas, observándose la mayor dispersión en el contenido de ceniza y que puede estar relacionado con diferencias en las proporciones de sal común empleadas empíricamente por cada fabricante en el tratamiento previo del pescado usado en la obtención de la harina, aspecto que debe corregirse porque la producción industrial de harina de pescado no contempla la incorporación de sal (Corbella, 1999); en procesos controlados de salado de pescado la adición de sal puede alcanzar hasta el 20 % del peso del pescado (Shenderyuk y Bykowski, 1994).

En comparación con estándares de calidad para harina de pescado señalados por Corbella (1999), el contenido proteico de la harina de caribe resultó inferior al valor mínimo recomendado para proteína total (66,5 %). La producción industrial de harina de pescado involucra operaciones conducentes a reducir el contenido graso en el producto final a valores inferiores a 14 %, lográndose como subproducto valioso el aceite de pescado (Bimbo, 1999; Carrizo, 1999); por lo tanto, es probable que los valores bajos en el contenido proteico señalada se deba al procedimiento artesanal aplicado para la obtención de la harina de caribe el cual no contempla el desgrasado y al alto contenido de sal. El contenido graso presente en la harina de caribe la ubica como una materia prima de interés para la obtención de aceite de pescado, lo cual puede originar harina semi-desgrasada con mayor nivel proteico.

3.2. Perfil de ácidos grasos

En la Tabla 2 se presenta la composición en ácidos grasos del aceite crudo extraído de la harina de caribe. Los ácidos grasos insaturados (AGI) estuvieron en mayor proporción (84,9%) respecto a los ácidos saturados (AGS) cuya fracción fue de 15,1%; estos valores aportan una relación AGI/AGS de 5,62. El ácido graso saturado encontrado en mayor concentración fue el esteárico (C18:0; 11,5%), seguido del mirístico (C14:0; 2,4%). Por otra parte, los ácidos

Tabla 2
Composición en ácidos grasos del aceite de harina de Caribe *

Ácido graso	Proporción (%p/p)
14:0	2,4 ± 0,1
16:1	30,8 ± 0,3
18:0	11,5 ± 0,2
18:1ω9	28,9 ± 0,4
18:2ω6	7,6 ± 0,1
18:3	0,7 ± 0,1
18:4ω3	4,1 ± 0,1
18:5	0,5 ± 0,1
20:0	0,6 ± 0,1
20:2	2,3 ± 0,1
20:3	0,6 ± 0,1
20:4	2,5 ± 0,1
20:5ω3	0,7 ± 0,1
22:0	0,8 ± 0,1
22:3	0,9 ± 0,1
22:4	0,9 ± 0,1
22:5ω3	1,3 ± 0,1
22:6ω3	2,9 ± 0,2
Total ácidos grasos saturados	15,1
Total ácidos grasos insaturados	84,9
Total ácidos grasos monoinsaturados	59,9
Total ácidos grasos poliinsaturados	25,0

* Valores promedios de tres repeticiones.

grasos monoinsaturados representaron el 59,9% del total de los ácidos, mientras que los ácidos poliinsaturados sumaron un 25,0%. De los ácidos monoinsaturados, el ácido palmítico (C16:1) fue el más representativo con un 30,8% del total ácido seguido del ácido oleico (C18:1) con un 28,9%, mientras que en los poliinsaturados destacan los ácidos octadecatetraenoico (C18:4; 4,1%), docosahexaenoico (C22:6; 2,9%), eicosatetraenoico (C20:4; 2,5%), eicosadienoico (C20:2; 2, %) y el ácido docosapentaenoico (C22:5; 1,3%); en niveles más bajos se encontraron los ácidos poliinsaturados linoléico (C18:2; 0,7%), eicosapentaenoico (C20:5; 0,7%) y docosatetraenoico (C22:4; 0,9%).

En comparación con valores señalados por Izquierdo-Cóser *et al.* (2000), la proporción total de ácidos grasos insaturados presentes en el aceite extraído de la harina de caribe es superior a la reportada para varias especies de interés comercial en Venezuela como el armadillo (53,48%), cachama (69,46%), corvina (75,26%), lisa (49,69%), merluza (48,0 %), mero (60,00%), pargo (62,70%), robalo (50,47%) y trucha (70,69%), siendo inferior a la del bocachico (100%) y la tilapia (94,25%). El valor total de ácidos monoinsaturados del aceite de caribe (59,9%) supera al de todas las especies antes indicadas a excepción del bocachico (70,4%), mientras que la de ácidos poliinsaturados (25,0%) está por encima de la fracción señalada para el robalo (23,7%), la lisa (14,6%), merluza (18,6%) y el mero (16,5%); en comparación con otras especies importantes desde el punto de vista comercial (Aquerreta-Apeste-guía, 2000), la proporción de ácidos grasos monoinsaturados de la harina de caribe es mayor a la de la

sardina (26,6%) y el arenque (34,1%). Las diferencias observadas en el perfil de ácidos grasos de aceites de pescados se ha atribuido a factores como la alimentación, especie, edad, ubicación geográfica, temperatura del agua, estación del año, entre otros (Carrizo, 1999). Sin embargo, los resultados mostrados por el extracto lipídico de la harina de caribe permiten considerarla como una potencial materia prima para la obtención de aceite, cuyo uso podría estar orientado a fines farmacológicos debido a los aportes en ácidos grasos mono y poliinsaturados exhibidos dentro de los que destacan el ácido linoleico, el ácido eicosapentaenoico o EPA, el ácido docosahexaenoico o DHA y el ácido docosapentaenoico o DPA, cuya ingesta ha sido reconocida como altamente beneficiosa para la salud humana al actuar como agentes antitrombóticos y antiinflamatorios previniendo enfermedades cardiovasculares, así como también artritis, reumatismos, cáncer y desarrollo de metástasis (Aquerreta-Apesteguía, 2000; Carrizo, 1999; Caygill *et al.*, 1995).

3.3. Características fisicoquímicas del aceite de caribe

En la Tabla 3 se presentan los valores de las características fisicoquímicas evaluadas al aceite crudo extraído de la harina de caribe. El valor de acidez libre (5,66%, referida como ácido oleico) se ubicó dentro de los límites señalados por Bimbo (1999) para estándares de calidad de aceites crudos de pescado (1-7%), mientras que el índice de peróxidos (23,50 meq O₂/kg) estuvo ligeramente por encima del límite superior considerado en dichos estándares (20 meq O₂/kg). El índice de peróxidos es un indicativo del avance de la oxidación lipídica y que de acuerdo a las consideraciones indicadas por Aquerreta-Apesteguía (2000) es favorecida por la presencia de ácidos grasos insaturados y las condiciones de almacenamiento y procesamiento de la materia prima; el aceite de la harina de caribe es altamente susceptible a reacciones de oxidación debido a su elevada proporción de ácidos grasos mono y poliinsaturados presentes en su estructura, así como a las condiciones de procesamiento aplicadas en la obtención de la harina donde es probable que no se tenga ningún control sobre las mismas dado que se emplean técnicas rudimentarias.

Tabla 3
Características fisicoquímicas del aceite de harina de Caribe*

Parámetro	Valor
Acidez libre (%p/p)**	5,66 ± 0,15
Índice de peróxidos (meq O ₂ /kg)	23,50 ± 1,02
Índice de yodo (cg I ₂ /g)	152,2 ± 0,5
Índice de saponificación (mg KOH/g)	186,5 ± 0,3
Materia insaponificable (g/kg)	2,3 ± 0,4

* Valores promedios de nueve repeticiones ± desviación estándar

** Referido a g de ácido oleico/100 g de aceite

El índice de yodo del aceite de caribe (152,2 cg I₂/g) resultó inferior al valor mínimo indicado por Corbella (1999) para aceite de pescado (180-200 cg I₂/g); sin embargo, se encuentra dentro de los límites considerados por Bimbo (1999) para el aceite de algunas especies de peces de interés comercial como el capelán (95-160 cg I₂/g), arenque (115-160 cg I₂/g) y el sáballo (120-200 cg I₂/g). El índice de yodo es una medida del grado de insaturaciones presentes en un aceite o grasa, por lo tanto, su valor en aceite de caribe es una consecuencia de su elevada proporción de ácidos mono y poliinsaturados. Respecto al índice de saponificación, el valor obtenido (186,5 mg KOH/g) estuvo dentro de l rango considerado para aceites de pescado (Bimbo, 1999).

La fracción insaponificable del aceite de caribe fue 2,3 g/kg. En general, la materia insaponificable del aceite de pescado reviste interés nutricional debido a que contiene principalmente esteroides, de los cuales destacan el colesterol, y vitaminas liposolubles especialmente A, D y E (Aquerreta-Apesteguía, 2000), por lo tanto, es recomendable evaluar la composición de la materia insaponificable del aceite de caribe para establecer su verdadera utilidad.

En conclusión, la harina de pescado caribe es una importante fuente de proteínas y grasa, en particular ácidos grasos insaturados, lo que la cataloga como una materia prima útil para la formulación de alimentos de consumo animal. Sería recomendable evaluar la composición de las cenizas de la harina de caribe, cuantificando los minerales y el perfil de aminoácidos, para poder determinar su verdadero potencial nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC(1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 1298 pp.
- Aquerreta-Apesteguía, Y. (2000). Pescados. En: Astiasarán, I.; Martínez, J. A. (Eds.). *Alimentos, composición y propiedades*. 2^{da} edición. Mc Graw-Hill-Interamericana, Madrid. 29-52 p.
- Belén-Camacho, D. R. (2003). Obtención de productos proteicos hidrolizados por vía enzimática a partir de pescado. Seminario de Grado de Maestría en Biotecnología Alimentaria, Laboratorio de Biomoléculas, Universidad Simón Rodríguez, Valencia, Venezuela. 125 pp.
- Bimbo, A. P. (1999). Pautas para la clasificación del aceite de pescado comestible. *A & G*. **36**, 410-421.
- Brenner, R. R. (1998). Los ácidos grasos esenciales y sus funciones. *A & G*. **30**, 123-129.
- Carrizo, J. C. (1999). El aceite de pescado: sus propiedades. *A & G*. **36**, 407-408.
- Caygill, C.P.; Hill, M.; Fish, J. (1995). n-3 fatty acids and human colorectal and breast cancer mortality. *European J. Cancer Preven.* **4**, 329-332.
- Corbella, J. A. (1999). Producción de aceite y harina de pescado, estado del arte y criterios de calidad. *A & G*. **36**, 393-405.
- González, N. (1999). Desarrollo de una conserva de carne de caribe (*Serasalmus rhombeus*) endiablado orientado al consumo humano. Trabajo de Grado. In-

- geniería de Alimentos. Universidad Simón Rodríguez. Canoabo, Venezuela. 53 pp.
- Hoogesteijn, R. (2001). Portada. *Carabobo Pecuario*. **151**, 3.
- Izquierdo-Coser, P.; Torres-Ferrari, G.; Barbosa de Martínez, Y.; Marquez-Salas, E.; Allara-Cognasso, 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. Latinoamer. Nutr.* **50**(2) 187-194
- Kristinsson, H.G.; Rasco, B.A. (2000). Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **40**, 43-81.
- Shenderyuk, V. I.; Bykowski, P. J. (1994). Salazón y escabechado del pescado. En: Sikorski, Z. E. (Ed.). *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 199-219 p.
- Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Burt, J. R. (1994a). Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura. En: Sikorski, Z. E. (Ed.) *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 73-101 p.
- Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A.; Sun-Pan, B. (1994b). Composición nutritiva de los principales grupos de organismos alimenticios marinos. En: Sikorski, Z. E. (Ed.). *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 39-72 p.
- Venugopal, V.; Shahidi, F. (1995). Value-added products from underutilized fish species. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **35**, 431-453.
- Venugopal, V.; Chawla, S. P.; Nair, P. M. (1996). Spray dried protein powder from threadfin beam: preparation, properties and comparison with FPC type-B. *J. Muscle Foods*. **7**, 55-60.
- Venugopal, V.; Lakshmanan, R.; Doke, S. N.; Bongirwar, D. R. (2000). Enzymes in fish processing, biosensors and quality control: a review. *Food Biotech.* **14**(1-2), 21-27

Recibido: Mayo 2005
Aceptado: Junio 2006