

Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela

Pedro Izquierdo Córser, Gabriel Torres Ferrari, Yasmina Barboza de Martínez, Enrique Márquez Salas y María Allara Cagnasso

Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia, Estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN. Doce especies de pescado (armadillo, bocachico, cachama, carpeta, corvina, lisa, mero, merluza, pargo, robalo, tilapia y trucha) fueron estudiadas para determinar su composición proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y minerales. El análisis proximal: humedad, proteínas y cenizas se realizó siguiendo la metodología recomendada por la AOAC, grasa por el método de Bligh y Dyer, ácidos grasos por Cromatografía de Gases, aminoácidos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución y minerales por fotocolorimetría. Los resultados indicaron que el contenido de humedad varió entre 70,49% para el armadillo y 78,64% para el mero, la proteína entre 18,70% para la merluza y 25,53% para el armadillo y las cenizas entre 0,94% para el mero y 2,13% para la carpeta. La grasa varió entre 1,12% para el pargo y 6,15% para la cachama. Se encontró el predominio de ácidos grasos poliinsaturados de la serie -3. En todas las especies se observó la presencia de los aminoácidos esenciales estudiados. Las especies tilapia (10,938 g/100 g de pescado), bocachico (9,231 g/100 g de pescado) y mero (8,738 g/100 g de pescado) presentaron el mayor contenido de aminoácidos esenciales. El mineral que se encontró en mayor proporción fue el fósforo con 322,22 mg/100 g de pescado para la merluza, seguido por el calcio con 79,33 mg/100 g de pescado para la carpeta. Se concluyó que las especies de pescado estudiadas son una fuente importante de proteínas, ácidos grasos de la serie $\omega 3$ y minerales.

Palabras clave: Pescado, análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales, minerales, Venezuela.

SUMMARY. Proximal analysis, fatty acids profile, essential aminoacids and mineral content of twelve fish species of commercial importance of Venezuela. Proximate composition, fatty acid profile, essential aminoacid and minerals were determined in twelve fish species (armadillo, bocachico, cachama, carpeta, corvina, lisa, mero, merluza, pargo, robalo, tilapia and trucha). Proximate analysis: moisture, protein and ash, were performed using AOAC methodology, fat by Bligh and Dyer method, fatty acids by Gas Chromatography, aminoacid using High Performance Liquid Chromatography and minerals by spectrophotometric method. Results showed that moisture varies between 70.49% for Armadillo and 78.64% for Mero, protein between 18.70% for Merluza and 25.53 for Armadillo, ash between 0.94% for Mero and 2.13% for Carpeta and fat between 1.12% for Pargo and 6.15% for Cachama. Unsaturated fatty acids ($\omega 3$) were the most common found for all the species. Essential aminoacids studied were present in all the species. Tilapia (10.938 g/100 g of fish), Bocachico (9.231 g/100 g of fish) and Mero (8.738 g/100 g of fish) shown greater content of essential aminoacids. Phosphorous was the most concentrated mineral with a mean value of 322.22 mg/100 g of fish followed by calcium with 79.33 mg/100 g of fish. It was concluded that all studied species are an excellent source of protein, $\omega 3$ fatty acids and minerals.

Key words: Fish, proximate analysis, fatty acid profile, essential aminoacid, minerals, Venezuela.

INTRODUCCION

El pescado es uno de los alimentos más completos por la calidad y cantidad de nutrimentos que aporta: una ración promedio de 100 gramos cubre más del 50% de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO (1), 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 (2); entre un 10-20% de minerales, cantidades variables de vitaminas hidrosolubles y un porcentaje importante de las vitaminas liposolubles A, D y E (2,3). Su

contenido de grasa es muy variable, depende de la especie, el ciclo de maduración sexual, la disponibilidad de alimentos y de los hábitos alimenticios del pescado (4). Respecto a los minerales la carne de pescado se considera una fuente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre, los peces de agua salada tienen un elevado contenido de yodo y un bajo contenido de sodio que lo hace apropiado para regímenes alimenticios hiposódicos (5).

Al pescado se le atribuyen una serie de beneficios para la salud, llegando a recomendarse su inclusión como parte de una dieta balanceada. Estudios realizados en diversos países: Japón, Holanda y Alaska (6-8) han sugerido una relación

inversa entre el consumo de pescado y el desarrollo de enfermedades trombóticas.

La grasa del pescado tiene elevados niveles de Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI) de la serie $\omega 3$ y $\omega 6$, destacan el ácido eicosapentanoico, 20:5 $\omega 3$ y el ácido docosahexaenoico, 22:6 $\omega 3$, que se encuentra ausente en vegetales superiores (9), de enorme importancia como constituyentes de las membranas celulares (3). Algunos estudios han evidenciado que los ácidos grasos de la serie $\omega 3$ reducen marcadamente los niveles de triacilglicéridos plasmáticos (10), a diferencia de los ácidos grasos de la serie $\omega 6$, como el ácido linoleico, que no solamente tienden a disminuir los niveles plasmáticos de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), sino también la fracción de colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) reduciendo de esta forma su efecto antiaterogénico (11-13).

El valor nutritivo del pescado se puede establecer por diferentes parámetros, los más frecuentemente considerados son el contenido de proteína, los niveles de aminoácidos esenciales y el perfil de ácidos grasos. Asimismo, es necesario determinar la concentración de minerales, tales como calcio, hierro, magnesio, manganeso y fósforo, cuyas concentraciones pueden ser variables de una especie a otra (2).

En Venezuela la actividad pesquera ha venido registrando un progresivo incremento en los últimos años, las cifras indican que para el año 1990 se alcanzó una producción de 320.000 TM (14). En la actualidad constituye un renglón vital de la economía agrícola nacional, que ha llevado al país a ocupar una posición importante entre los productores latinoamericanos, con una producción anual cercana a 400.000 TM (15). La cuenca del Lago de Maracaibo, con una extensión de 89.756 Km², tiene cinco hoyas hidrográficas importantes, con una producción heterogénea en especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas que para el año 1994 alcanzó la cifra de 54.024 TM, una parte de esta producción es destinada a la exportación a países como Colombia, Estados Unidos y Japón (16). Las principales especies capturadas en el Lago de Maracaibo son: corvina (*Cynoscion sp.*), lisa (*Mugil sp.*), bocachico (*Prochilodus reticulatus*) y bagre (*Sorubim sp.*) (16).

Con la finalidad de fortalecer la plataforma de la actividad pesquera nacional, se hace necesario el desarrollo de investigaciones que sirvan de soporte para establecer la importancia que desde el punto de vista nutricional tienen las especies de pescado de Venezuela; sin embargo, a pesar de lo anteriormente expuesto, la información acerca de los valores nutricionales y composición química de las especies que se consumen en el país es escasa. Entre los estudios realizados, Ortiz (17) describió el perfil de ácidos grasos de quince especies de pescado de elevado consumo en el país, Ortiz y Bello (18) reportaron la composición de ácidos grasos de la pulpa de cachama (*Colossoma macropomum*) y sardina (*Sardinella anchovia*), encontrando que el Ácido Graso Monoinsaturado (AGMI) predominante en ambas especies fue el ácido oleico (18:1). De los AGPI reportaron un predo-

minio de la serie -6 en la cachama y de la serie $\omega 3$ en la sardina.

El presente trabajo tiene como objetivos: Determinar la composición proximal, el perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y los valores de algunos minerales presentes en doce especies de pescado de elevado consumo e importancia comercial en el estado Zulia y otros estados de Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

Recolección y preparación de las muestras de pescado

Se adquirieron en el comercio local de la ciudad de Maracaibo, doce pescados de cada una de las siguientes especies: armadillo (*Hypostomus watwata*), bocachico (*Prochilodus reticulatus*), cachama (*Colossoma macropomum*), carpeta (*Eugerres plumieri*), corvina (*Cynoscion maracaiboensis*), lisa (*Mugil curema*), mero (*Epinephelus striatus*), merluza (*Merluccius albidus*), pargo (*Lutjanus buccanella*), robalo (*Centropomus undecimalis*), tilapia (*Oreochromis sp.*) y trucha (*Oncorhynchus mykiss*), esta última fue adquirida en la Estación Truchícola del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, ubicada en el Parque La Mucui, estado Mérida. La clasificación taxonómica se realizó utilizando claves de identificación para cada especie (19). Se realizaron seis muestreos de dos pescados frescos de cada especie, eviscerados, con un peso y talla uniforme, que se colocaron en una cava de anime con hielo, para ser trasladados al Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad del Zulia.

Todos los pescados se pesaron completos y se procedió a quitar sus escamas y piel con un cuchillo estéril, posteriormente se realizó un corte profundo en la región muscular entre las agallas y la cola y se extrajeron porciones musculares en forma de filetes de aproximadamente dos centímetros.

Determinación del análisis proximal

A cada una de las muestras se le realizó el análisis proximal según los métodos recomendados por la Sociedad Oficial de Química Analítica (AOAC) (20): humedad por secado a 110°C durante 24 horas en una estufa marca Memmert®, proteínas (N x 6,25) por el método de Macro-Kjeldahl, cenizas por combustión a 450°C durante 12 horas en una mufla marca Memmert® y grasa por el método propuesto por Bligh y Dyer (21).

Determinación del perfil de ácidos grasos

Un volumen de 1,5 ml del extracto lipídico evaporado al cual se le adicionó 0,5 ml de hexano, fue derivatizado con 100 μ l de hidróxido m-trifluoruro metil fenil trimetil amonio (Meth Prep II Altech®), para la transmetilación de los ácidos grasos presentes (22).

Los ácidos grasos fueron determinados en un Cromatógrafo de Gases Shimadzu® GC-14B, equipado con un inyector split/splitless, con una columna capilar de sílica fundida Omegawax Supelco® 320 (30 m/0.25 mm id/0.25 μ m) y un

detector de ionización a la llama. El volumen de inyección fue de 1 µl, por duplicado. Las condiciones cromatográficas fueron: temperatura del puerto de inyección 260°C, temperatura del detector 250°C, temperatura inicial del horno 200°C durante 4 minutos, aumentados progresivamente hasta 240°C (10°C/min). Se utilizó el nitrógeno como gas transportador a un flujo lineal de aproximadamente 25 cm/seg. Los tiempos de retención y áreas de los picos se procesaron utilizando el software Shimadzu® Shim-Pack Class-VP. Para la identificación de los ácidos grasos se compararon los tiempos de retención de las muestras con la mezcla de estándares de referencia PUFA-1, Marine Source Supelco® Cat. No. 4-7033, diluida en hexano, de concentración 50 mg/ml. Los ácidos grasos se cuantificaron a través de una relación porcentual de las áreas de los picos con el área total. Todos los reactivos utilizados en las extracciones fueron grado reactivo y en la separación cromatográfica, grado HPLC.

Determinación del perfil de aminoácidos

Las muestras fueron hidrolizadas a 110°C durante 22 horas en ácido clorhídrico (HCl) 6N, neutralizadas y su pH ajustado a 2,2 con buffer citrato 0,02 N. Luego se aforó el volumen a 100 ml con el mismo buffer; una alícuota de 10 ml fue filtrada a través de un filtro Millipore® de 0,45 µm de poro. Los hidrolizados fueron derivatizados usando orto-ftalaldehído. Para el análisis de los aminoácidos se utilizó un Cromatógrafo Líquido marca Shimadzu®, integrado por dos bombas LC-6A, una columna Alltex Ultrasphere ODS de 12,5 cm y partículas de sílica de 5 µm de diámetro, y un detector de fluorescencia FLC-6A. El flujo fue constante a 1 ml/min. Para la preparación de los solventes, así como el gradiente se utilizó el método propuesto por Umagat y Kucera, 1982 (23) modificado por Torres y col, 1994 (24). La identificación y cuantificación de los aminoácidos se realizó por comparación con los tiempos de retención del estándar AA 18 Sigma®.

Determinación de minerales

Las muestras fueron incineradas en una mufla marca Memmert® a 450°C durante 12 horas; las cenizas se disolvieron en 10 ml de ácido nítrico concentrado y su volumen fue ajustado con agua bidestilada y desionizada a 50 ml, según la metodología descrita por la AOAC (20). A la solución ácida de cenizas se le analizaron los siguientes minerales: Ca, P, Mn, Fe y Mg por fotolorimetría utilizando un sistema de análisis Spectroquant marca Merck® SQ 118 (Cat. No. 14720), basado en la disminución de la intensidad de un haz de luz monocromática cuando pasa a través de una solución coloreada; la concentración de la solución diluida es medida a través de la intensidad de luz absorbida. Los minerales se analizaron separadamente, utilizando soluciones estándares de 1 g/L de Ca (Cat. No. 19778), Fe (Cat. No. 19781), Mg (Cat. No. 19788), Mn (Cat. No. 19789) y P (Cat. No. 19898) Merck®.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SAS PROC GLM (25). Se utilizó el análisis de varianza para detectar si existen diferencias entre las medias. Se utilizó el procedimiento de Duncan (26) para comparar las medias. Las diferencias fueron consideradas con un nivel de probabilidad de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis proximal

En la Tabla 1 se presenta el análisis proximal de las doce especies de pescado estudiadas; se observó una variación significativa del porcentaje de humedad, proteína y grasa por efecto de la especie. El agua fue el componente más abundante, con porcentajes entre 70,49% para el armadillo y 78,64% para el mero. Este elevado contenido de humedad favorece el crecimiento microbiano y las reacciones enzimáticas que conllevan al rápido deterioro del alimento si no se almacena en condiciones adecuadas (1,4).

TABLA 1
Composición proximal (g/100 g) de doce especies de pescado (base húmeda)

Especie	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Humedad/ Proteína
Armadillo	70,49b	25,53b	2,53b	1,20ab	2,76b
Bocachico	72,47b	22,82ab	2,17b	1,73 ^a	3,18ab
Cachama	70,73b	21,43 ^a	6,15 ^a	1,63 ^a	3,30ab
Carpeta	73,89b	20,48 ^a	2,73b	2,13 ^a	3,60b
Corvina	76,95 ^a	20,73 ^a	2,11b	1,90 ^a	3,71b
Lisa	71,09b	21,17 ^a	6,03 ^a	1,53 ^a	3,36ab
Mero	78,64 ^a	19,73 ^a	1,68b	0,94b	3,99b
Merluza	77,21 ^a	18,70 ^a	1,82b	1,53 ^a	4,12 ^a
Pargo	76,72 ^a	20,99 ^a	1,12b	1,33ab	3,66b
Robalo	77,12 ^a	21,61 ^a	1,66b	1,60 ^a	3,57b
Tilapia	72,36b	23,34ab	2,26b	1,94 ^a	3,10ab
Trucha	77,06 ^a	20,86b	1,50b	1,30ab	3,69b

Medias en una misma columna que posean diferentes superíndices difieren significativamente ($p < 0,05$).

El porcentaje de proteínas varió entre 18,70% para la merluza y 25,53% para el armadillo. Estos valores son tan elevados como los encontrados en la carne de bovino, 20 a 22%, pollo 20% y cerdo 19 a 20% (27). Al calcularse la relación humedad/proteína, o índice de jugosidad; se obtuvieron valores entre 4,12 para la merluza y 2,76 para el armadillo, con un promedio de 3,50, similar a los obtenidos en otros tipos de carnes: pollo 3,5, vacuno y oveja 3,6 y cabra 3,8; sin embargo es ligeramente inferior a los reportados en otras especies de pescado, de 4,4 (28). Una relación humedad/

proteína elevada indica que la carne es jugosa por lo que es de mayor aceptación para el consumidor y refleja la posibilidad de elaboración de subproductos a partir de carne de pescado, por ejemplo productos curados (28).

El contenido de grasa varió entre 1,12% del pargo y 6,15% de la cachama. Las especies: lisa y cáchama, mostraron un porcentaje de grasa superior al 3%, considerándose pescados de mediano contenido graso (29). El resto de las especies presentó porcentajes de grasa inferiores al 3%, constituyendo pescados magros. En general las especies estudiadas presentan bajo contenido de grasa, si los comparamos con otras especies de pescado que presentan porcentajes elevados, tales como anguila (*Anguilla anguilla*), 24,5%, merluza de Alaska (*Anoplopoma fimbria*), 15,2%, caballa (*Scomber scombrus*), 11,9%, salmón atlántico (*Salmo salar*), 13,6%, entre otras (4,30).

La sumatoria del porcentaje de grasa y de humedad fue aproximadamente 80%, este valor se corresponde con los reportados por otras fuentes (3,8), se ha sugerido una relación inversa entre la grasa y la humedad, de manera que si el contenido de humedad es elevado, el porcentaje de grasa disminuye. En el presente estudio, las especies que mostraron el mayor contenido de agua: mero, merluza, robalo, trucha y

corvina, presentaron el menor contenido de grasa; sin embargo, las especies armadillo y cachama, con similares porcentajes de humedad, mostraron diferencias significativas en el contenido de grasa, de 2,53% en el armadillo y superior al 3% en el caso de la cachama y la lisa.

El contenido de cenizas varió entre 0,94% para el mero y 2,13% para la carpeta, valores similares a los encontrados en otros alimentos ricos en proteínas que forman parte de la dieta humana, tales como huevos, leche, carne de bovino, pollo y cerdo (1,6).

Perfil de ácidos grasos

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio del perfil de ácidos grasos de las doce especies de pescados estudiadas. Las especies con mayor cantidad de Ácidos Grasos Saturados (AGS) fueron: robalo y carpeta con 49,0%, lisa con 50,2% y mero con 51,7%, mientras que las especies que presentaron menor contenido de AGS fueron la tilapia con 6,5%, corvina con 25,6%, trucha con 29,3% y el bocachico, el cual no presentó niveles detectables de AGS. Los AGS encontrados en mayor cantidad fueron el mirístico (41,5%) en el armadillo, el palmítico en la merluza (47,5%), robalo (41,6%) y lisa (40,8%), y el estearico en la carpeta (49,0%).

TABLA 2
Perfil de ácidos grasos (g/100 g de grasa) de doce especies de pescado

Acido Graso	A	B	CA	CP	CO	L	ME	MO	P	R	T	TR
14:0	41,5	n.d	n.d	n.d	2,3	7,5	4,2	2,1	4,3	3,7	6,5	3,4
16:0	2,7	n.d	n.d	n.d	23,3	40,8	47,5	35,2	29,4	41,6	n.d	25,9
18:0	2,2	n.d	30,6	49,0	n.d	1,9	n.d	2,7	3,4	3,7	n.d	n.d
Total AGS	46,4	n.d	30,6	49,0	25,6	50,2	51,7	40,0	37,1	49,0	6,5	29,3
16:1	7,4	n.d	n.d	n.d	4,9	17,9	17,6	16,6	7,4	14,1	13,9	9,9
18:1 ω 9	11,9	n.d	n.d	n.d	16,4	1,7	11,9	8,9	16,9	12,9	n.d	23,6
18:1 ω 7	3,0	25,5	n.d	n.d	5,8	14,8	n.d	15,1	4,7	n.d	n.d	n.d
20:1 ω 9	6,6	44,9	n.d	n.d	n.d	0,9	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
22:1 ω 1	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	3,2	n.d	n.d	n.d	4,2
Total AGMI	28,9	70,4	n.d	n.d	27,1	35,3	29,5	43,8	29,0	27,0	13,9	37,7
18:2 ω 6	8,6	8,8	32,8	23,9	5,6	1,3	n.d	n.d	1,2	4,3	47,4	12,6
18:4 ω 3	14,8	13,3	n.d	12,9	n.d	3,8	n.d	n.d	n.d	n.d	18,4	n.d
20:5 ω 3	1,3	7,5	19,6	4,4	12,3	4,3	n.d	3,1	5,6	n.d	5,4	2,0
22:5 ω 3	n.d	n.d	7,1	n.d	3,0	2,6	18,6	1,7	3,9	19,4	4,2	n.d
22:6 ω 3	n.d	n.d	10,0	9,6	27,3	2,6	n.d	11,7	23,3	n.d	5,0	18,4
Total AGPI	24,7	29,6	69,5	50,8	48,2	14,6	18,6	16,5	34,0	23,7	80,4	33,0
Total AGI	53,6	100,0	69,5	50,8	75,3	49,9	48,1	60,3	63,0	50,7	94,3	70,7
AGI/AGS	1,15	-	2,27	1,03	2,94	0,99	0,93	1,50	1,69	1,03	14,5	2,41
AGMI/AGS	0,62	-	-	-	1,05	0,70	0,57	1,09	0,78	0,55	2,13	1,28
AGPI/AGS	0,53	-	2,27	1,03	1,88	0,29	0,36	0,41	0,91	0,48	12,3	1,12

A: Armadillo
 B: Bocachico
 CA: Cachama
 CP: Carpeta
 CO: Corvina
 L: Lisa
 ME: Merluza
 MO: Mero
 P: Pargo
 R: Robalo
 T: Tilapia
 TR: Trucha
 AGS: Acido Graso Saturado
 AGI: Acido Graso Insaturado
 AGMI: Acido Graso Monoinsaturado
 AGPI: Acido Graso Poliinsaturado
 n.d: No detectado

En general, el contenido de AGMI de las especies estudiadas es relativamente elevado (70,4% bocachico, 43,8% mero, 37,7% trucha, 35,3% lisa), sin embargo para algunas especies (cachama y carpeta) no se detectaron AGMI. Los AGMI más frecuentemente encontrados fueron el palmitoleico y el oleico.

Las especies tilapia, cachama y carpeta son las que contienen la mayor proporción de AGPI: 80,4%, 69,5% y 50,8% respectivamente, estos porcentajes son superiores a los reportados en las especies jurel, sardina, salmón y atún, entre 35 y 47% (31). El AGPI encontrado con mayor frecuencia en las especies estudiadas fue el linoleico, presente en la tilapia en porcentaje elevado (47,4%). La cachama mostró los niveles más elevados (19,6%) de ácido eicosapentenoico, mientras que en la corvina el AGPI más abundante fue el ácido docosahexaenoico, con 27,3% y en el robalo el ácido docosapentenoico, con 19,4%.

Todas las especies estudiadas presentaron una mayor proporción de Ácidos Grasos Insaturados (AGI) que saturados, con excepción de lisa y merluza, por lo que al calcularse la relación AGI/AGS solamente estas dos especies mostraron un índice inferior a la unidad. El consumo de alimentos en los que predominen los ácidos grasos insaturados ha sido relacionado en la literatura médica con la disminución de los accidentes cardiovasculares (6), de allí la importancia de su detección y cuantificación en los alimentos.

En la Tabla 3 se presenta la composición porcentual de ácidos grasos de la serie ω -3 y ω -6 de las especies de pescado estudiadas. Los porcentajes más elevados de ω 3 se observaron en la corvina, cachama y tilapia y los más bajos en la lisa, armadillo y mero, mientras que de la serie ω -6 los mayores porcentajes se observaron en la tilapia y cachama, no se

detectaron niveles de ácidos grasos de la serie ω 6 en el mero y la merluza. Al calcularse la relación ω 3/ ω 6 se observó que en todas las especies, con excepción de la tilapia, el porcentaje de ω 3 fue mayor que el de ω 6. La mayor proporción de ω 3 es importante, si atendemos a los estudios que sugieren el efecto positivo de los ácidos grasos de la serie ω 3 en la reducción de los niveles de triacilglicerolos y colesterol plasmático (2,7,9,10), por el efecto antitrombótico del ácido eicosapentenoico, por tales razones se recomienda su consumo especialmente en personas con compromiso cardiovascular (9)

TABLA 3

Distribución de los ácidos grasos (g/100 g de grasa) de la serie ω -3 y ω -6 de doce especies de pescado

Especie	ω -3	ω -6	Relación ω -3/ ω -6
Armadillo	16,1	8,6	1,9
Bocachico	20,8	8,8	2,4
Cachama	36,7	32,8	1,1
Carpeta	27,1	23,9	1,1
Corvina	42,6	5,6	7,6
Lisa	13,3	1,3	10,2
Mero	16,5	n.d	-
Merluza	18,6	n.d	-
Pargo	32,8	1,2	27,3
Robalo	19,4	4,3	4,5
Tilapia	33,0	47,7	0,7
Trucha	20,4	12,6	1,6

n.d = No detectado

TABLA 4

Contenido de aminoácidos esenciales (g/100 g de pescado) de doce especies de pescado

	A	B	CA	CP	CO	L	ME	MO	P	R	T	TR
His	0,822	1,489	0,547	1,058	1,222	1,189	1,435	0,721	0,924	1,376	1,625	1,077
Tre	0,526	2,225	0,925	1,186	0,442	0,764	0,955	0,630	0,622	0,990	0,807	0,613
Tir	0,548	0,460	0,642	0,591	1,567	0,603	0,682	0,648	0,547	0,603	1,898	0,766
Met	0,297	0,323	0,500	0,368	0,271	0,558	0,538	0,586	0,490	0,555	0,555	0,648
Val	0,464	0,439	0,567	0,882	0,847	0,643	0,707	0,514	0,575	0,627	1,413	0,498
Fen	0,774	0,619	0,745	0,365	0,716	0,650	0,802	0,692	0,550	0,695	1,117	0,915
Ile	0,704	0,421	0,524	0,793	0,952	0,615	0,760	0,563	0,657	0,651	1,583	0,654
Leu	1,124	1,339	0,990	1,022	1,017	1,198	1,355	1,121	0,948	1,461	1,454	1,067
Lis	1,525	1,916	0,660	0,992	1,489	1,088	1,504	1,061	1,653	1,239	0,486	0,770
Total	6,784	9,231	6,100	7,259	8,568	7,308	8,738	6,536	6,966	8,197	10,938	7,008

A: Armadillo
 B: Bocachico
 CA: Cachama
 CP: Carpeta
 CO: Corvina
 L: Lisa
 ME: Merluza
 MO: Mero
 P: Pargo
 R: Robalo
 T: Tilapia
 TR: Trucha

Contenido de aminoácidos esenciales

En la Tabla 4 se totalizan los aminoácidos esenciales de las especies de pescado estudiadas; encontrándose los mismos en mayor concentración en la tilapia con 10,938 g/100 de pescado, mientras que la especie que presentó menor concentración fue la cachama con 6,100 g/100 de pescado.

Las especies que presentaron mayor contenido de lisina fueron bocachico con 1,916 g/100 de pescado y pargo con 1,653 g/100 de pescado, mientras que las especies con menor contenido de lisina fueron tilapia con 0,486 g/100 de pescado y cachama con 0,660 g/100 de pescado. Se resalta el contenido de este aminoácido en virtud del beneficio que podría aportar a los regímenes de poblaciones que tienen a los cereales como base de su alimentación (2).

Contenido de minerales

En la Tabla 5 se presenta el valor promedio de cinco minerales de importancia en la dieta del hombre. El mineral que se encontró en mayor proporción fue el fósforo, con un promedio de 238,13 mg/100 g, seguido por el calcio con 41,11 mg/100 g; las cifras reportadas de P varían entre 68 y 550 mg/

100 g y los valores de Ca entre 19 y 881 mg/100 g (5). El contenido de P y Ca mostró amplias variaciones entre las especies, las especies que mostraron mayor contenido de P fueron: merluza, trucha y robalo (322,22, 315,66 y 296,00 mg/100 g de pescado respectivamente), mientras que en las especies pargo, carpeta, lisa y cachama se observó la menor concentración (122,0, 130,0 y 159,0 mg/100 g de pescado respectivamente). En relación con el Ca, las especies carpeta, corvina, mero, pargo y lisa presentaron el mayor contenido de este mineral (79,33, 75,0, 73,0 y 69,0 mg/100 g de pescado respectivamente), mientras que la cachama, trucha, bocachico, armadillo y robalo el menor contenido (10,0, 10,73, 17,66, 19,66 y 23,0 mg/100 g de pescado respectivamente).

El pescado constituye una fuente importante de Ca, aunque su contenido de P es más elevado (32); al calcularse la relación Ca/P se obtuvo un promedio de 0,17; que coincide con los valores reportados entre 0,03 y 0,70 con un valor promedio de 0,2-0,3 (2). Este valor es superior al reportado para la carne de mamíferos, de 0,02 (33), lo que indicaría la importancia que tiene el pescado como fuente de Ca para la alimentación del hombre.

TABLA 5
Contenido de minerales (mg/100 g) de doce especies de pescado

Especie	Calcio	Hierro	Magnesio	Manganeso	Fósforo	Relación Ca/P
Armadillo	19,66b	0,90a	30,00ab	0,011b	268,33ab	0,07
Cachama	10,00b	1,20a	33,00ab	0,017 ^a	159,00c	0,06
Tilapia	15,66b	1,40a	39,00a	0,013ab	186,00bc	0,08
Trucha	10,78b	1,20a	24,00b	0,011b	315,66a	0,03
Carpeta	79,33a	1,60a	44,00a	0,012ab	130,00c	0,61
Corvina	75,00a	1,50a	30,00ab	0,009b	226,33b	0,33
Lisa	69,00a	0,90a	36,33ab	0,012ab	153,00c	0,45
Robalo	23,00b	1,30a	27,66b	0,008b	296,00a	0,08
Bocachico	17,66b	1,26a	25,33b	0,010b	218,66b	0,08
Mero	73,00a	1,46a	32,00ab	0,009b	254,66ab	0,29
Merluza	41,00ab	1,76a	42,66a	0,012ab	322,22a	0,13
Pargo	71,33a	1,45a	42,33a	0,012ab	122,00c	0,58
Promedio	41,11	1,33	36,41	0,012	238,13	0,17

Medias en una misma columna que posean diferentes superíndices difieren significativamente ($p < 0,05$).

Con relación al hierro, sus necesidades en la dieta del hombre dependen de la edad y del sexo, sin embargo estas son en líneas generales de 1-2,8 mg/día, para cubrir esta demanda es preciso un aporte diario con los alimentos de 5-28 mg/día (33). Se encontró que en promedio las especies de pescado aportan 1,33 mg/100 g de pescado, que representa aproximadamente la mitad del requerimiento diario. Se ha descrito que las especies de carne coloreada suelen tener mayor porcentaje de Fe que los de carne blanca (2), en las especies estudiadas, todas de carne blanca, se observó un contenido de hierro entre 0,90 mg/100 g de armadillo y 1,76 mg/100 g de merluza. No

se observaron diferencias significativas del contenido de este mineral para las especies en estudio.

El magnesio es un mineral esencial ya que es componente y activador de muchas enzimas, los requerimientos diarios del hombre son de 300 mg/día (33). El contenido de Mg varió entre 24 mg/100 g en la trucha y 44 mg/100 g en la carpeta. Los valores promedio descritos de este mineral varían entre 4,5 y 452 mg/100 g de pescado con un promedio de 38 mg/100 g (5). En promedio las especies estudiadas aportan un 10% del total requerido.

El manganeso (Mn) es considerado un oligoelemento esencial de la dieta del hombre, sus requerimientos son de 2 mg/día (33), en el presente trabajo se encontró que tienen un aporte entre 0,008 mg/100 g del robalo y 0,017 mg/100 g de la cachama, con un promedio de 0,012 mg/100 g de pescado, lo cual representa aproximadamente el 0,6% de los requerimientos diarios del hombre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las especies de pescado estudiadas se encontró un contenido de proteínas similar al reportado en carne de bovino, pollo y cerdo y que además presenta una concentración de aminoácidos esenciales entre 6,1 y 10,938 g/100 g de pescado. Las especies con mayor contenido de lisina fueron el bocachico, el pargo y el armadillo.

En general los pescados son de carne magra, con un porcentaje de grasa inferior al 3%, por lo que su consumo es recomendable en una alimentación que requiere bajos niveles de grasa. Asimismo, se observó el predominio de ácidos grasos poliinsaturados de la serie ω 3, que han sido asociados con la reducción de los niveles de triacilglicerol y colesterol plasmático.

En relación con los minerales las especies estudiadas son aportadores importantes de P, Ca y en menor proporción de Fe; pero su aporte es insuficiente para satisfacer las necesidades diarias de Mg y Mn.

Se recomienda continuar estudios sobre el valor nutricional de otras especies de pescado de importancia comercial en Venezuela.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ), por el apoyo financiero para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

- Fennema O. Food Chemistry. Part I. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 1985.
- Navarro M. Valor Nutritivo del pescado. I. Pescado fresco. Rev Agroquím Tecnol Aliment 1991;31(1): 330-42.
- Lowell R. Biochemical and Biophysical Perspectives in marine biology. New York: Academic Press, 1978.
- Stansby M. Industrial Fishery Technology. New York: Ed. Reinhold Publishing Corporation, 1963.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)- Organismo Danés de Fomento Internacional (DANIDA). El Pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Colección FAO Pesca, Roma 1988; 29: 9-19.
- Clawson A, Garlich J, Coffey M, Pond W. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: A review. J Anim Sci 1991; 69: 3617-44.
- Grundy S, Denke M. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins: a review. J Lipid Res 1990; 31: 1149-72.
- Hearn T, Sgoutas S, Sgoutas D, Hearn J. Stability of polyunsaturated fatty acids after microwave cooking of fish. J Food Sci 1987; 52(5): 1430-1.
- Valenzuela A, Nieto S. Innovación tecnológica aplicable a los aceites marinos ricos en ácidos grasos N-3 para permitir su uso nutricional y farmacológico: un desafío de la presente década. Arch Latinoamer Nutr 1994; 44(4): 223-231.
- Harris W, Connor W, McMurry M. The comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats: salmon oil versus vegetable oils. Metabolism 1983; 32: 179-84.
- Archile A, Benitez B, Rangel L, Izquierdo P, Huerta N, Márquez E. Perfil de ácidos grasos de las principales grasas y aceites disponibles para consumo en la ciudad de Maracaibo. Rev Científica FCV-LUZ 1997; VII (3): 169-74.
- Mattson F, Grundy S. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. J Lipid Res 1985; 26: 194-202.
- Vega G, Grozek E, Wolf R, Grundy S. Influence of polyunsaturated fats composition of plasma lipoproteins and apolipoproteins. J Lipid Res 1982; 23: 811-22.
- Robaina G. El Potencial Pesquero Venezolano. Carta Ecológica No 73. Caracas. Venezuela, 1995: 10-12.
- FONAIAP Divulga 51/ Edición Especial XXXV Aniversario FONAIAP-1996: 29-31.
- FONAIAP Divulga 57. Julio-Septiembre 1997: 30-31.
- Ortiz, H. análisis de los ácidos grasos contenidos en los pescados de mayor consumo en Venezuela. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. UCV. Venezuela. 1985.
- Ortiz H, Bello R. Composición y estabilidad de los ácidos grasos de la pulpa de cachama y de sardina durante el almacenamiento en congelación. Arch Latinoamer Nutr 1992; 42(4): 460-6.
- Royero R. Peces de Venezuela. Raúl Clemente Ed. Venezuela: 91-175. 1992.
- Association of Official Analytical Chemists AOAC. Official methods of analysis, 15th ed. Washington D.C., 1990.
- Bligh E, Dyer W. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 1959; 37(8): 911-17.
- Cedeño G. Identificación de ácidos grasos en Holoturoideos por cromatografía de gas. Bol Inst. Oceanográf Univ Oriente 1971; 10(2): 9-14.
- Umagat H, Kucera P. Total aminoacid analysis using precolumn fluorescence derivatization. J of Chromatography 1982; 239: 463-74.
- Torres G, Gómez O, Márquez E. Análisis de aminoácidos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución usando un gradiente binario y un sistema ternario de solventes. Acta Científica Venezolana 1994; 45(1): 313.
- Statistics Analysis System (SAS). Inc. SAS Users Statistic 5th Ed. SAS Institute Inc., Carry, NC, USA. 1985.
- Duncan D. Multiple range and F test. Biometrics 1985; 11: 1-42.
- Bourgeois C, Le Roux P. Proteínas Animales. México: Editorial El Manual Moderno, 1986.

28. Elgasim E, Alkanhal M. Proximate composition, aminoacids and inorganic mineral content of Arabian camel meat: comparative study. *Food Chem* 1992; 45: 1-4.
29. Zamil M, Rawdah T, Attar K, Arab M. Mineral and proximate composition of some commercially important fish of the Arabian Gulf. *Food Chem* 1992; 45: 95-8. -
30. Lillelund K, Tercefal F. *El Pescado como Alimento*. Editorial Everest. S.A. España, 1988.
31. Romero N, Paz R, Masson L, Luck C, Loreto A. Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural. *Arch Latinoamer Nutr* 1996; 46(1): 75-77.
32. Otitologbon S, Agbaji E, Peters O, Oniye S. Proximate and mineral composition of three Nigerian freshwater fishes. *J Sci Food Agric* 1997; 75: 312-14.
33. Belitz H, Grosch W. *Química de Alimentos*. 2da ed. Zaragoza: Editorial Acribia SA, 1992.

Recibido:12-04-1999

Aceptado:10-06-2000