

Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia

Aide Perea, Elieth Gómez, Yamile Mayorga, Cora Yohanna Triana

Escuela de Química-CICTA, Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga Colombia

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue, contribuir a la caracterización nutricional, especialmente el perfil de ácidos grasos, en pescados de agua dulce de mayor producción regional y consumo. Se estudiaron cinco especies: trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*), tilapia roja (*Oreochromis sp*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) y bagre (*Pseudoplatystoma faciatum*). Paralelamente se analizó el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) pescado de origen marino, por ser la especie importada de mayor consumo y fuente de ácidos grasos n-3. En cada muestra se realizó el análisis químico proximal (humedad, cenizas, proteína total y grasa total), la determinación de algunos minerales: hierro, calcio, y fósforo y el perfil de ácidos grasos. Los resultados mostraron que los pescados de agua dulce, contienen proteína total entre 16.4 y 22.1 g/100g de filete, y una cantidad de grasa total que oscila entre 0.4 g/100g de filete del bagre y 8.1 g/100g de filete de la trucha. La trucha mostró ser la fuente mas importante de ácidos grasos n-3 (EPA y DHA) y de fósforo, con rangos de 260 a 520 mg/100g de filete y 217-331 mg/100g de filete respectivamente. Para el hierro los valores mas altos se observaron en el bagre y en la trucha, 3-6 mg/100g de filete. El salmón pescado de referencia mostró la mayor cantidad de ácidos grasos n-3, 1130-2270 mg/100g de filete. El contenido de calcio es bajo en todas las especies analizadas. Los resultados obtenidos permitieron determinar el perfil de ácidos grasos de los pescados de producción y consumo regional, evidenciando que la trucha es la especie con mayor cantidad de ácidos grasos n-3 especialmente DHA y de los minerales el fósforo. Las otras especies bagre, bocachico, tilapia y cachama, no son fuente de ácidos grasos n-3, pero son fuente importante de proteína.

Palabras clave: Acidos grasos, pescados de agua dulce, ácidos grasos n-3, salmón.

SUMMARY. Nutritional characterization of produced fish for human consumption in Bucaramanga, Colombia. This research involves the nutritional characterization of the most commonly cultivated fish in the region. The species under study were: Rainbow trout (*Salmo gairdnerii*), tilapia roja (*Oreochromis sp*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) and catfish (*Pseudoplatystoma faciatum*). A sea fish, coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*), was used as reference because it is the imported species most used in the region, and it also contains n-3 fatty acids. For each fish sample moisture, ash, protein content, total fat, minerals (iron, calcium and phosphorous) and a fatty acid profile were determined. Results show a total protein content in between 16.4 and 22.6 g/100g fillet for fresh water fish. Total fat amounts for trout are the highest (8.1g/100g fillet), while catfish has the lowest fat content (0.4 g/100g fillet). Trout was found to be the most important source of n-3 fatty acids (EPA+DHA) and phosphorous, with values ranging from 0.25% to 0.52%, and 250 to 346 mg/100 g fillet, respectively. Catfish and trout exhibited the highest iron content, with values ranging from 3 to 6mg/100g fillet. Salmon, on the other hand, showed a high n-3 fatty acid content of 1.16% to 2.25%, when compared to fresh water fish. Calcium content is low in all species under scrutiny. Fresh water fish, other than trout, show no significant amount of n-3 fatty acids. However, all of them are a good source of protein. The obtained results allowed to determine the profile of oily acids of produced fish for human consumption in the region, demonstrating that the trout is the species with major quantity of oily acids n-3 specially DHA and of the minerals the phosphorus. Other species (kinds) catfish, bocachico, tilapia and cachama, are not a source of oily acids n-3, but they are an important source of protein.

Key words: Fatty acids, freshwater fish, fish nutrients, fatty acids w-3, salmon.

INTRODUCCION

En Colombia las enfermedades cardiovasculares (ECV) se han convertido en la primera causa de mortalidad, superando a la muerte violenta y al cáncer (1). Entre los factores que explican la epidemia de ECV se han propuesto como fundamentales los cambios en los hábitos nutricionales que han llevado a un aumento en el consumo de alimentos de preparación rápida, desplazando aquellos que contienen nutrientes cardioprotectores en los que se incluyen: frutas, vegetales y pescado (2). El pescado tiene un efecto cardiovas-

cular protector asociado con un menor riesgo de mortalidad por enfermedad coronaria (3,4) en razón a que es la principal fuente natural de ácidos grasos n-3.

Existen evidencias sólidas que señalan que los ácidos grasos n-3, no solamente son nutrientes esenciales, sino que también modulan favorablemente varias enfermedades entre las que se incluyen: la aterosclerosis, enfermedad cardiaca coronaria, enfermedad inflamatoria, desórdenes autoinmunes, desarrollo del feto en mujeres embarazadas, desarrollo cognitivo y de aprendizaje en los niños, diabetes tipo 1 y 2,

síndrome metabólico, obesidad, desarrollo de la demencia y otros desórdenes (5,6). Estos datos y el extenso conocimiento del efecto del consumo de pescado en el organismo, muestran la necesidad de promover el incremento en la ingesta de este alimento, en todas las poblaciones, especialmente en aquellas de mayor riesgo de morbilidad no solo por ECV, sino por otros procesos patológicos (7,8).

En este contexto es necesario partir del conocimiento de las características nutricionales, especialmente del contenido de ácidos grasos n-3, en las especies producidas y consumidas en la región: trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*), tilapia roja (*Oreochromis sp*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) y bagre (*Pseudoplatystoma faciatum*), utilizando el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) como patrón de referencia para los ácidos grasos n-3, por ser la especie conocida a nivel internacional con mayor contenido de estos nutrientes (9,10). En la actualidad no se cuenta en el país con datos disponibles del perfil completo de ácidos grasos y micronutrientes de estas especies, pese al incremento en la producción pesquera a nivel nacional y de la región (11), El objetivo de este estudio fue determinar algunas características nutricionales de las especies mencionadas, con énfasis en el perfil de ácidos grasos.

MATERIALES Y METODOS

Muestreo

Las muestras se obtuvieron mediante muestreo aleatorio simple. Para cada una de las especies se realizaron cuatro muestreos (1 mensual) según la disponibilidad, tomando en cada caso 10 kg de pescado, de donde después de un cuarteo se obtuvo 1 kg de muestra para el análisis. El muestreo de las especies de bagre y bocachico provenientes del río Magdalena y del río Sogamoso, se realizó en centros de acopio de la ciudad de Bucaramanga; la trucha, la tilapia y la cachama, en centros de producción de la región: Páramo de Berlín, Lebrija y Piedecuesta respectivamente, zonas aledañas a la ciudad de Bucaramanga. El salmón importado de Chile se adquirió congelado en la empresa Pesquera del Mar, comercializadora de este producto en la región.

Tratamiento de las muestras

Las muestras de pescado fueron evaluadas “in situ” en cuanto a color y brillo de la piel, color de la parte comestible, firmeza y olor del pescado, para determinar su frescura. Posteriormente fueron evisceradas, lavadas, almacenadas en bolsas plásticas y transportadas manteniendo la cadena de frío. Una vez en el laboratorio, los pescados fueron cortados separando la cabeza, la piel y las espinas, y obteniendo filetes que se homogenizaron y almacenaron a -20°C , hasta el momento del análisis. El salmón comprado en filetes, fue descongelado y homogenizado previo a su análisis.

Análisis de las muestras

Análisis químico proximal: Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteínas y grasas, aplicando los métodos A.O.A.C (12): humedad 7.003/84 y 930.15/90 adaptado; grasa total 7.060/84 y 920.39/90 adaptados; cenizas 7.009/84 y 942.05/90 y la proteína total 981.10/95. Para el análisis de minerales se partió de la muestra obtenida del análisis de cenizas. El calcio y el hierro se determinaron por absorción atómica según los métodos analíticos de Standard Methods 3111B. Para el análisis del fósforo se utilizó el método descrito por Bernal (13).

Análisis de ácidos grasos

De cada especie de pescado se pesó un gramo de muestra ($1 \pm 0.001\text{g}$), y se extrajo la grasa total siguiendo el método de Bligh y Dyer (14). Una vez obtenidos los lípidos totales se saponificaron para la obtención de los ácidos grasos libres, los cuales se esterificaron y mutilaron para obtener metilésteres (FAME) siguiendo la norma ISO 5508 (15). Los FAME obtenidos junto con los patrones fueron analizados por cromatografía de gases, utilizando un cromatógrafo de gases Agilent modelo HP-6890 Series GC System (USA), equipado con un detector FID y un puerto de inyección Split/splitless (relación de split 100:1), una columna capilar de sílice fundida INNOWAX con fase estacionaria de polietilenglicol [30m x 0.32mm (d.i.) x 0.25 μm (f.e.)]. Para la identificación de los ácidos grasos se compararon los tiempos de retención de las muestras con los de un patrón de referencia (FAME Mix: C4-C24 Cat No.18919, Supelco). La cuantificación se realizó por normalización de áreas. Los resultados de los ácidos grasos se expresan como g/100g de filete.

Análisis estadístico

Para evaluar las diferencias entre las variables medidas en las diversas especies de pescado, se empleó un análisis estadístico no paramétrico para muestras de poblaciones no controladas, basado en la aplicación inicial del test Kruskal-Wallis (test K-W) o “análisis de varianza por rangos” que usa como criterio estadístico el valor de χ^2 (16). Las hipótesis a analizar fueron: (1) hipótesis nula: el valor de una determinada variable medida, es la misma en las especies de pescados muestreadas; (2) la hipótesis alternativa: el valor de una determinada variable no es la misma en las especies de pescados muestreadas. El rechazo de la hipótesis nula, implica el uso del test de Nemenyi como test *a posteriori* (17), el cual realiza comparaciones múltiples no paramétricas, usando como criterio estadístico el valor q_{cal} (valor crítico de distribución calculado del análisis de los datos experimentales) y el valor q_{tab} (valor crítico de distribución tabulado). La comparación de estos valores permitió clasificar las especies en dos grupos: las especies que presentaron valores de q_{cal} superiores a q_{tab} se clasificaron en el grupo (a) y las que presentaron valores de q_{cal} inferiores se clasificaron en el grupo

(b). En todos los casos se utilizó el programa estadístico SPSS para Windows versión 10.0.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se presentan los resultados del análisis químico proximal. Al aplicar el test de Kruskal-Wallis a los datos señalados, se rechazó en todos los casos la hipótesis nula, estableciéndose que todas las especies evaluadas presentan una composición diferente en macronutrientes, en consecuencia, se aplicó la prueba a *posteriori* o test de Nemenyi.

TABLA 1

Contenido de humedad, cenizas, grasa total y proteína total de las especies de pescado de producción y consumo en Bucaramanga-Colombia* (g/100g)

Especie	Humedad	Proteína total	Cenizas	Grasa total
Salmón	60.0 – 68.6	19.4 – 20.9	1.1 – 1.3	7.4 – 17.0
Trucha	69.8 – 75.9	17.8 – 20.4	1.0 – 1.2	4.1 – 8.1
Tilapia	72.3 – 76.9	18.4 – 20.8	1.1 – 1.5	2.2 – 4.5
Bocachico	75.2 – 78.1	16.4 – 20.4	1.1 – 1.3	1.3 – 5.2
Bagre	74.9 – 77.5	20.3 – 22.1	1.0 – 1.1	0.4 – 1.9
Cachama	74.8 – 79.3	16.7 – 19.3	1.0 – 1.2	1.6 – 6.3

*Los resultados se expresan en base húmeda.

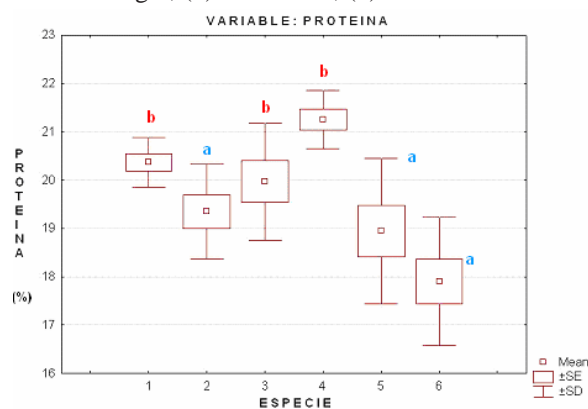
El salmón se clasificó como única especie en el grupo a, con el contenido más bajo de humedad, las otras especies, se ubicaron en el grupo b. Las especies salmón, bocachico, tilapia y cachama poseen un contenido similar de cenizas que permite clasificarlas en el grupo b, mientras que la trucha y el bagre presentaron un contenido de cenizas más bajo y se agruparon en el grupo a. Para la proteína, al grupo a correspondieron: la trucha, el bocachico y la cachama, con valores entre 16.4-20.4% y en el grupo b las especies salmón, tilapia y bagre con valores entre 18.4-22.1% (Figura 1). Con respecto al contenido de grasa, después de aplicar el test de Nemenyi, los grupos estuvieron conformados por: grupo a, bagre, bocachico, cachama y tilapia con valores que oscilan entre 0.4% y 6.3% y grupo b por salmón y trucha con concentraciones de grasa total que oscilan entre 4.1 y 17.0% (Figura 2).

En la Tabla 2, se presenta la composición en ácidos grasos, saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGP) encontrados en las diferentes especies de pescado. Cabe resaltar que el valor más alto de los AGS correspondió, al ácido palmítico y la especie que reportó mayor porcentaje fue el salmón (1400-3100 mg/100g de filete). Esta especie, también presentó el mayor contenido de ácido oleico (1600-2900 mg/100g de filete), de EPA (400-1000 mg/100g de filete), de DHA (720-1250 mg/100g de filete), de ácido α -linolénico (10-20 mg/100g de filete) y de los ácidos n-6. De los pescados de producción regional, la trucha, fue la especie con mayor con-

centración de ácidos grasos monoinsaturados y polinsaturados, de estos últimos es importante resaltar el contenido de DHA (240-480 mg/100g de filete) aún cuando su concentración de EPA es mínima (10-20 mg/100g de filete). Las demás especies tilapia, bagre, bocachico y cachama, presentaron niveles muy bajos de AGM y AGP. Otros ácidos grasos que fueron encontrados en las especies analizadas con valores entre 100 y 410 mg/100g de filete incluyen: tridecanoico, cis-10-pentadecenoico, cis-11,14-eicosadienoico, miristoleico, heptadecanoico, cis-8,11,14-eicosatrienoico, pentadecanoico, cis-10-heptadecenoico, henicosoanoico, araquidico, cis-11-eicosenoico, cis-13,16-docosadienoico,tricosanoico, lignocericico.

FIGURA 1

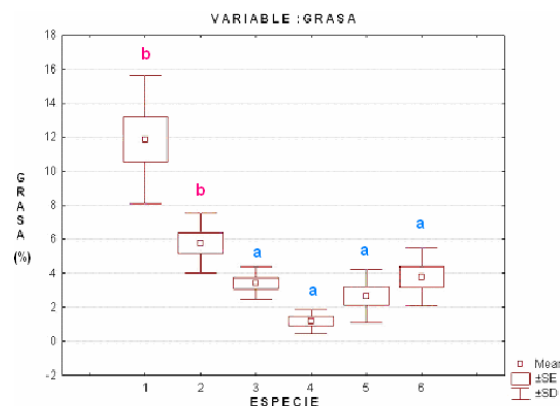
Clasificación de las especies evaluadas por el test de Nemenyi, respecto al contenido de proteína total (g/100g de filete): (1) Salmón, (2) Trucha, (3) Tilapia, (4) Bagre, (5) Bocachico, (6) Cachama



Mean: Media; SE: Error estándar; SD: Desviación estándar.

FIGURA 2

Clasificación de las especies evaluadas por el test de Nemenyi, respecto al contenido de grasa total (g/100g de filete): (1) Salmón, (2) Trucha, (3) Tilapia, (4) Bagre, (5) Bocachico, (6) Cachama



Mean: Media; SE: Error estándar; SD: Desviación estándar

TABLA 2
Composición en ácidos grasos de las especies de pescado de producción y de consumo en Bucaramanga-Colombia (mg/100g de filete)

Acido graso	Salmon	Trucha	Tilapia	Bagre	Bocachico	Cachama
Mirístico	400-1300	100-300	100-200	0-100	nd**	100-300
Palmitito	1400-3100	900-1800	600-1300	100-600	400-1800	500-1800
Estearico	300-700	200-500	200-300	0-200	100-300	200-600
Oleico	1600-2900	1000-2200	0-100	0-100	0-100	500-1900
α -Linolenico	10-20	10-20	10-20	nd**	10-40	0-2
EPA	400-1000	10-20	0-10	0-10	0-10	0-10
DHA	720-1250	240-480	50-120	10-40	20-60	10-50
Linoleico	700-2200	600-1300	400-700	0-100	0-100	200-800
γ -Linolenico	160-330	50-130	20-50	10-80	40-220	10-40

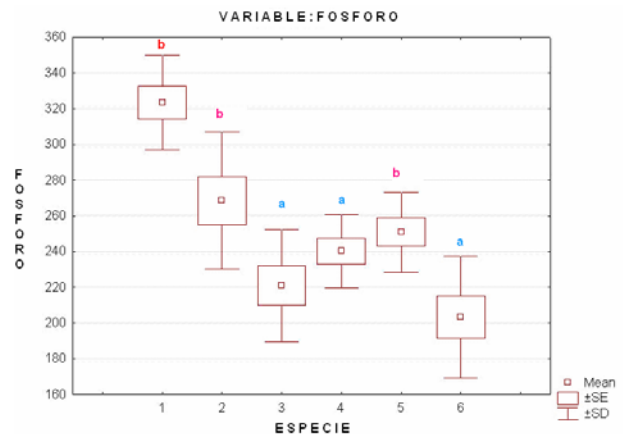
TABLA 3
Fósforo, hierro y calcio de las especies de pescado de producción y consumo en Bucaramanga-Colombia (mg/100g de filete)

Especie	Fósforo	Calcio	Hierro
Salmón	283 - 361	10 - 24	2 - 6
Trucha	217 - 331	16 - 43	3 - 6
Tilapia	191 - 285	15 - 33	1 - 3
Bagre	215 - 264	13 - 25	3 - 6
Bocachico	224 - 286	17 - 32	3 - 3
Cachama	157 - 248	12 - 23	1 - 2

* Los resultados se expresan en base húmeda.

El contenido de minerales calcio, hierro y fósforo presente en las especies estudiadas, se relaciona en la Tabla 3. En este caso el análisis estadístico de los datos con el test de K-W mostró, para el calcio valores similares en todas las especies, excepto la trucha que muestra un contenido ligeramente más alto (16-43 mg/100g de filete). Para el hierro y el fósforo, en cambio, los valores fueron diferentes y por lo tanto, se procedió a aplicar el test de Nemenyi. Para el hierro, el grupo a lo conformaron, la tilapia y la cachama y el grupo b, el bagre, la trucha, el salmón y el bocachico, con mayor contenido de hierro (2-6 mg/100g de filete). En el caso del fósforo, el grupo a, lo integraron el bagre, la cachama y la tilapia, especies que poseen un contenido similar, pero más bajo que el encontrado en el salmón, la trucha y el bocachico, que mostraron valores más altos y conformaron el grupo b (Figura 3). El salmón es la especie con mayor aporte de fósforo (283-361 mg/100g de filete), y de los pescados regionales la trucha (217-331 mg/100g de filete).

FIGURA 3
Clasificación de las especies evaluadas por el test de Nemenyi, respecto al contenido de fósforo (mg/100g de filete): (1) Salmón, (2) Trucha, (3) Tilapia, (4) Bagre, (5) Bocachico, (6) Cachama



Mean: Media; SE: Error estándar; SD: Desviación estándar.

DISCUSION

El análisis químico proximal mostró variabilidad entre las especies. En cuanto al contenido de humedad el salmón, es el pescado con menor cantidad de agua, hecho que repercute en una mayor concentración de nutrientes por porción. De los pescados de producción regional, la trucha presenta esta misma característica. La proteína total aunque presentó menores variaciones entre las especies (Figura 1), mostró valores semejantes a los registrados en diferentes tablas de composición de alimentos (18-20), confirmando que el pescado es fuente importante de proteína, porque cubre con

mas del veinte por ciento (20%) del valor de referencia (21).

La mayor variabilidad en los resultados se observó en el contenido de grasa total (Figura 2) que oscilo entre 0.4%-1.9% (bagre) y 7.4%-17.0% (salmón). Para el bagre los valores fueron mas bajos, que los reportados por Castro-González 2,7% (22), y Poulter y Nicolaidis 3.7% (23). En el caso del salmón, los valores obtenidos se corresponden con los encontrados en la literatura: 10.9% por Shills (10), y 15.8% por Valenzuela (9).

La cantidad de grasa total de la trucha obtenida en este estudio (4.1%-8.1%) fue similar a la reportada en estudios de la FAO (4.3%-6.9%) (24), pero difiere de los datos de Izquierdo y colbs, que encontró contenidos de 1.5%. Aunque la trucha es la que presenta el mayor contenido de grasa total en los pescados de producción regional, su valor es inferior al encontrado en el salmón con una relación aproximada de 1:2. El contenido de grasa total de las otras especies, tilapia, cachama y bocahico, concuerda con los obtenidos por Izquierdo y colbs (25).

En cuanto al contenido de ácidos grasos se encuentra que en general todas las especies analizadas presentan un perfil similar de ácidos grasos, pero difieren en su contenido. Es de resaltar que de los AGS, el ácido palmítico es el más abundante. Si bien este AGS tiene un grado de aterogenicidad intermedio, en general su baja concentración en los pescados de producción regional que en promedio fue de 500-1460 mg/100g de filete no es un factor que interfiera en el efecto cardioprotector de los AG n-3 (26).

El valor mas bajo de ácido palmítico se observó en el bagre y osciló entre 100-600 mg/100g de filete. De los AGM, el ácido oleico es el de mayor importancia desde el punto de vista nutricional y tiene un efecto neutro en los procesos aterogénicos (27); en este estudio se encontró en mayor cantidad en el salmón (1600-2900 mg/100g de filete), seguido de la trucha y la cachama.

En el análisis de AG n-3, el salmón es la especie de mayor contenido, dato congruente con lo que ha reportado la bibliografía, evidenciando que es la principal fuente natural de estos ácidos grasos (28). Los valores encontrados en este estudio, son similares a los reportados por Valenzuela (9): EPA 1420 mg/100g de filete y DHA 2030 mg/100g de filete, sin embargo las cifras de la FAO son relativamente más bajas: 270 mg/100g de filete EPA y 630 mg/100g de filete DHA (24). El AG n-3, a-linolénico se encuentra en cantidades muy bajas (2-40 mg/100g de filete) en todas las especies analizadas.

La trucha es el pescado de producción regional que tiene características nutricionales similares a las del salmón (29) y en este estudio mostró el mayor contenido de AG n-3 (260-520 mg/100g de filete), aunque con valores inferiores a los del salmón (1130-2270 mg/100g de filete). Otro AGP de importancia, es el ácido linoléico que se encontró en mayor cantidad en el salmón: 700-2210 mg/100g de filete seguido

de la trucha: 600-1310 mg/100g de filete. En el caso de la tilapia, los resultados obtenidos del análisis de ácidos grasos coinciden con los reportados por Rasoarahona (30). Para la cachama, Izquierdo y colbs (25), reportan valores de EPA y DHA de 440 mg/100g de filete y de 620 mg/100g de filete respectivamente, mientras en este estudio se obtuvieron valores más bajos, 10 mg/100g de filete y 50 mg/100g de filete respectivamente.

Al comparar los datos obtenidos de hierro, fósforo y calcio con otros estudios, llama la atención que en todas las especies analizadas los valores de hierro y fósforo, fueron más altos que los encontrados por Izquierdo y colbs (25), los reportados en la Tabla de Composición de Alimentos del Perú (31) y la de Alimentos Colombianos, del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) (20) siendo más relevante en la trucha, el bagre y el bocachico. Para el calcio los valores obtenidos fueron más bajos que los reportados por los autores mencionados previamente.

Las concentraciones de hierro (2-6 mg/100g de filete), encontradas salmón, trucha, bagre y bocachico son superiores a las de la carne de res y otras variedades incluyendo las aves; en consecuencia estas especies pueden ser utilizadas como sustitutos importantes de alimentos cárnicos para mejorar el aporte de hierro de alta biodisponibilidad. En Colombia existe una alta prevalencia de deficiencia en la ingesta de hierro en un grupo de edad altamente vulnerable (14-18 años) tanto en hombres como en mujeres, alcanzando en el grupo de mujeres el 33% (32), y en mujeres en edad fértil el 95% (33). Los pescados de producción regional serían una alternativa, para cubrir la recomendación de este mineral (34).

El salmón es la especie con mayor aporte de fósforo (283-361 mg/100g de filete), por lo tanto, una porción de cien gramos puede cubrir el 40% de la recomendación que corresponde a 700 mg/día para un adulto normal (34, 35). De los pescados de producción regional la trucha por su contenido de fósforo (216-331mg/100g de filete), puede contribuir a satisfacer las necesidades diarias de este mineral.

Aún faltan investigaciones que permitan conocer los aportes de estas especies en cuanto a otros nutrientes que incluyan magnesio, yodo, manganeso y oligoelementos especialmente los inmunomoduladores como el selenio y el zinc y otros componentes como el colesterol y las vitaminas liposolubles. Además se hace necesario evaluar el contenido de mercurio, por el riesgo de toxicidad que representa este mineral para la salud.

CONCLUSION

Los resultados obtenidos permitieron establecer el perfil de ácidos grasos de los pescados de producción y consumo regional, desconocido en el país para estas especies. Comparada con el salmón, la trucha es la especie que provee

el mayor aporte de ácidos grasos n-3, especialmente DHA y de fósforo. Los valores encontrados sugieren que, una porción de trucha de 250 g/día cubre el requerimiento de n-3 que corresponde a 1,3-1,5 g/día. Las otras especies bagre, bocachico, tilapia y cachama, no son fuente de ácidos grasos n-3, son fuente importante de proteína.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud de Colombia. II estudio nacional de factores de riesgo de enfermedades crónicas (ENFREC II). 2002.
2. Lock k, Pomerleau J, Causer L, Altmann DR, McKee M. The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bull World Health Organ*. 2005; 83(2): 100-108
3. Dallongeville J, Yarnell J, Ducimetiere P, Arveiler D, Ferrieres J. Fish consumption is associated with lower heart rates. *Circulation* 2003; 108: 820 -825.
4. Tziomalos K, Athyros VG, Mikhailidis DP. Fish oils and vascular disease prevention: an update. *Curr Med Chem*. 2007; 14(24): 2622-2628.
5. Harris WS. Are omega-3 fatty acids the most important nutritional modulators of coronary heart disease risk? *Curr Atheroscler Rep*. 2004; 6(6): 447 - 452.
6. Akabas SR, Deckelbaum RJ. n-3 fatty acids: Recommendations for therapeutics and prevention. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(6): Supp
7. Carrero JJ, Martín-Bautista E, Baró L, Fonollá J, Jiménez J, Boza JJ, y López-Huertas E. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutr Hosp*. 2005; XX (1): 63-69
8. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Zampelas A, Chrysohoou C. The relationship between fish consumption and the risk of developing acute coronary syndromes among smokers: The CARDIO 2000 case-control study. *Nutr, Metab & Cardio Dis*. 2005; 15: 402-409.
9. Valenzuela A. El salmón: un banquete de salud. *Rev Chil Nutr* 2005; 32(1): 8-17.
10. Shills ME, Olson JA, Shike M, Ross CA. *Nutrición en la salud y la enfermedad*. 9ª edición McGraw Hill Interamericana, México Vol 2, 2002. Apéndice 21
11. Acuerdo de la competitividad de la cadena de la piscicultura en Colombia. Ley 811 de 2003 del Congreso de la República de Colombia consolidación de organizaciones de cadena y la definición de acuerdos sectoriales de competitividad.
12. AOAC International, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th, Gaithersburg MD, USA. Chapter 4-35. 2000
13. Bernal I. Análisis de alimentos. Guadalupe. 2º ed. Colombia 1994; 53 - 58.
14. Bligh E, Dyer W. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*, 1959; 37(8): 911 - 917.
15. ISO 5508 "Animal and Vegetable Fats and Oils – Analysis by Gas Chromatography of Methyl Ester of Fatty Acids"
16. Kruskal W. and Wallis A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association* 1952; (260): 583–621.
17. Peña Sánchez de Rivera, D. Estadística: Modelos y métodos. Ed. Alianza Editorial, Madrid. 2ª.ed. 1999
18. Schmidt-Hebbel, Pennacchiotti M, LMasson S, MA Mella R, Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago 8ª edición 1992.
19. Quintero D, Alzate MC, Moreno S. Tabla de composición de alimentos. Centro de Atención Nutricional, Medellín, Colombia.1990.
20. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (Colombia) Tabla de composición de alimentos colombianos. 2005.
21. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. 512-1 y 512-2, 1997 y Food and Drug Administration (FDA). Focus on food labeling. Washington, DC: Department of Health and Human Services, 1992. 32.
22. Castro-González MI, Ojeda A, Silencio JL, Cassis L, Ledesma H, Pérez-Gil F. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutraceuticos. *Arch Latinoamer Nutr*. 2004; 54(3): 328 – 336.
23. Poulter, N.H. and Nicolaidis, L. Quality changes in Bolivian fresh water species during storage in ice. In Reilly ed. Storage of Tropical fish and Product Development. FAO Fisheries Report. 317(supp) 1985; 11-28.
24. Fats and Oils in Human Nutrition, Report of a Joint Expert Consultation FAO/OMS, FAO Food and Nutrition Paper N° 57, 1994.
25. Izquierdo Córser P, Torres Ferrari G, Barbosa de Martínez Y, Márquez Salas E y Allara Cagnasso M. 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*. 2000; 50: 187-194.
26. Rasmussen BM, Vessby B, Uusitupa M, Berglund L, Pedersen E, Riccardi G, Rivellese AA, Tapsell L, Hermansen K. Effect of dietary saturated, monounsaturated, and n-3 fatty acids on blood pressure in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 221-226.
27. Mataix J, Gil A. Los ácidos grasos poliinsaturados w-3 y monoinsaturados tipo oleico y su papel en la salud. *Editorial Médica Panamericana*. Argentina 2004; 13 – 47.
28. Elvevoll EO, Barstad H, Breimo ES, Brox J, Eilertsen KE, Lund T, Olsen JO, Osterud B. Enhanced incorporation of n-3 fatty acids from fish compared with fish oils. *Lipids* 2006; 41(12):1109 -1114.
29. Echeverri D.; Jaramillo, J.; Pineda, H.; Triploidia en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): posibilidades en Colombia, *Rev Col Cienc Pc*. 2003; 16(2): 183-187.
30. Rasoarahona, J. E; Gilles- Barnathan, J. P; Gaudoy B and E. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. *Food Chemistry* 2005; 91(4): 683 -694.
31. Collazos Ch. La Composición de los Alimentos Peruanos, Instituto de Nutrición, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Salud, Lima 5th ed, 1975* 36.
32. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia. Panamericana formas e impresos S.A Bogotá. 2006; 251-260.

33. Herrera E, Gómez E, Méndez A. Determinación de la ingesta de hierro en mujeres en edad fértil de la ciudad de Bucaramanga. Salud UIS 2001; 33(2): 119-125.
34. ICBF, Ministerio de Protección Social. Guías Alimentarias para la población colombiana mayor de 2 años. Bogotá D.C. 2004.
35. Institute of Medicine, food and nutrition board, standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intake: Vitamin A, K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molibdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington DC, National Academics Press, 2001.

Recibido: 22-07-2007

Aceptado: 30-11-2007