

Caracterización del músculo comestible de una especie marina sub-utilizada, saraca (*Brevoortia aurea*)

Characterization of edible muscle from a sub-utilized marine species, saraca (*Brevoortia aurea*)

Pennisi Forell SC¹⁻², Califano AN²⁻³, Manca EA¹

¹INIDEP-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
Paseo Victoria Ocampo N°1-Escollera Norte. Mar del Plata (7600).

²CONICET

³CIDCA, CONICET, Fac. Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata
cpennisi@inidep.edu.ar

RESUMEN

Existe un creciente interés en el consumo de especies pelágicas como anchoa, caballa, bonito y atún, que se caracterizan por su elevado contenido de lípidos poli-insaturados (n-3 y n-6) benéficos para la salud. Una alternativa para desarrollar nuevos alimentos saludables es la utilización de especies sub-explotadas. La saraca, (*Brevoortia aurea*) cumple estas características, y además se descarta en grandes volúmenes durante la zafra de la corvina rubia (julio-octubre) en las costas de Buenos Aires. En las especies pelágicas, la calidad y composición de las grasas y proteínas varían según los ciclos de desove e influyen directamente en la capacidad tecnológica para desarrollar productos.

En este trabajo se caracterizó la composición química del músculo en ejemplares de saraca, a fin de utilizarlo posteriormente como materia prima alternativa para el desarrollo de productos formulados con especies tradicionales.

Se trabajó con individuos frescos de saracas, en igual estadio sexual y factor de condición (peso evisceradox100/largo³: 1,2-1,3). Los análisis se realizaron con 45 días de diferencia (julio-octubre, 2008).

Se analizó el contenido de *lípidos* por el método Bligh & Dyer, proteínas microkjeldhal, humedad AOAC (1997) y cenizas AOAC (1990), obteniéndose los siguientes valores promedios con su correspondiente error estándar para los tres periodos considerados:

Lípidos: 23,2±1,7%, 19,42±1,04% y 11,99±1,65%

Humedad: 62,5±1,6%, 63,4±0,78% y 69,2±0,95%

Proteínas: 15,07±0,36%, 18,59±0,36% y 18,61±0,39%

Cenizas: 1,01±0,03%, 1,31±0,07 y 1,35±0,05%

Asimismo se estudió el desarrollo gonadal de los ejemplares mediante la observación microscópica de cortes histológicos, y se determinaron los índices somáticos y gonadosomáticos.

Se observó que los ejemplares de julio con las gónadas en reposo (estadioV) presentaban un mayor contenido de lípidos en el músculo. En el mes de septiembre las gónadas se encontraron en los inicios de la maduración (estadioII) y el contenido lipídico en músculo tendía a disminuir con respecto a la etapa anterior, mientras que en octubre, donde ya habían alcanzado el desove y post-desove el contenido lipídico llegó a un mínimo (aproximadamente 50% del contenido de julio). Esta reducción de lípidos en músculo y el desarrollo gonadal se cree está asociado con la migración de lípidos desde el músculo a las gónadas para su desarrollo, también es mayor el requerimiento energético debido al estado fisiológico; además el aumento en el tamaño de los órganos reproductivos disminuye el espacio de la cavidad abdominal y el individuo no puede alimentarse correctamente, por lo que la energía que requiere proviene de los lípidos almacenados.

El estadio gonadal también afectó el contenido de humedad, aumentaron a medida que disminuyó el porcentaje de grasas. Los valores de proteína y ceniza se incrementaron de julio a septiembre permaneciendo constantes posteriormente.

Se analizó por cromatografía gaseosa el perfil de ácidos grasos correspondiente a los distintos períodos, observándose que la relación n-3/n-6 se mantuvo entre 5 y 6. La incorporación de músculo de *Brevoortia aurea* como complemento de especies tradicionales, produciría alimentos saludables debido al importante contenido de ácidos grasos mono y poli-insaturados, especialmente docosahexaenoico (DHA), eicosapentaenoico (EPA) y oleico.

ABSTRACT

There is an increasing interest in the consumption of pelagic species like anchovy, mackerel, atlantic bonito, and tuna, characterized by their high polyunsaturated lipid content (n-3 and n-6) which are beneficial to health. The used of subexploited species is an alternative to develop new healthy products. Brazilian menhaden (*Brevoortia aurea*) fulfills these characteristics and great volumes are discarded during the caught of the white croaker (July-October) along Buenos Aires coastline. In the pelagic species quality and composition of lipids and proteins vary according to the spawning and these changes have direct influence on the technological feasibility to develop new products.

In the present work chemical composition of the muscle of Brazilian menhaden was characterized to used it as an alternative raw material for the development of products formulated with traditional species.

The work was carried out on fresh individuals at the same stage of sexual maturity and condition factor (eviscerated weight \times 100/length³: 1,2-1,3). Analysis were done every 45 days between July and October, 2008).

Lipid content was analyzed according to the method of Bligh & Dyer, proteins by microkjeldhal, water content AOAC(1997), and ashes AOAC(1990); the following mean values and their corresponding standard error for the three periods considered were obtained:

Lipids: 23,2 \pm 1,7%, 19,42 \pm 1,04% y 11,99 \pm 1,65%

Water content: 62,5 \pm 1,6%, 63,4 \pm 0,78% y 69,2 \pm 0,95%

Proteins: 15,07 \pm 0,36%, 18,59 \pm 0,36% y 18,61 \pm 0,39%

Ashes: 1,01 \pm 0,03%, 1,31 \pm 0,07 y 1,35 \pm 0,05%

The gonadal development of individuals was studied through microscopic observations of histological samples and the somatic and gonadosomatic indexes were determined.

It was observed that in July individuals with gonads at rest (stage V) presented a higher muscle lipid content. In September gonads were at the initial stage of maturation (stage II) and muscle lipid content showed a tendency to decrease with respect to (stage V), while in October, after reaching the egg-laying and post egg-laying stage, lipid content was minimum (approximately 50% of July content). This decrease of lipid content in the muscle and the gonadal development is thought to be associated with lipid migration from the muscle to the gonads for their development. Energy requirements also greater due to the physiological stage; besides the increase in size of the reproductive organs diminishes the abdominal cavity and the individual cannot feed himself adequately, thus the required energy is provided by the stored lipids.

PALABRAS CLAVE: *Brevoortia aurea*, composición, perfil ácidos graso.

KEYWORDS: *Brevoortia aurea*, composition, fatty acid profiles.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se observan cambios en los hábitos de consumo de alimentos. Se observa un mayor interés por parte del consumidor en elegir productos que le otorguen algún tipo de beneficio para la salud. Esto se debe a que son concientes de la necesidad de mantener una dieta saludable.

Se sabe, los productos de origen marino son alimentos nutricionalmente muy completos, ricos en proteínas, ácidos grasos poli-insaturados (AGPI), vitamina y minerales, y a su vez bajos en hidratos de carbono. Entre los AGPI presentes en los peces se encuentran los ácidos grasos de la familia de los n-3. El consumo de los mismos es importante para la salud desde la gestación (Valenzuela y Nieto 2003) y durante toda la vida de las personas. Son componentes estructurales del cerebro y de la retina

durante el desarrollo del feto por lo que una madre debe incorporarlos desde antes de concebir el embarazo. Se ha observado que niños alimentados con fuentes ricas en n-3 poseen una mejor agudeza visual y una mejor capacidad para responder a la luz, lo cual está asociado con una mejor habilidad cognitiva para integrar información y exhiben mejores coeficientes intelectuales (Connor *et al.* 1996). Los beneficios del consumo de alimentos ricos en n-3 también son importantes en adultos, intervienen en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades del sistema cardiovascular, reduciendo los niveles de colesterol LDL en sangre y evitando que se acumulen plaquetas en arterias. Mejoran el desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso, en la habilidad en el aprendizaje y memoria. Reducen problemas de depresión y violencia, diabetes tipo 2, cáncer, obstrucción pulmonar crónica, enfermedades renales, psoriasis, artritis reumatoide (Castro-Gonzalez 2002).

Las especies marinas pelágicas como: anchoa, arenque, caballa, bonito y atún, se caracterizan por ser pescados grasos, con valores que pueden ser superiores al 20% de grasa en el músculo, y compuesta principalmente por ácidos grasos poli-insaturados (n-3 y n-6) benéficos para la salud. Son la base de la dieta Mediterránea, reconocida mundialmente como un patrón de alimentación saludable, considerado ideal para la prevención de las enfermedades cardiovasculares y cáncer (Royo 2004). A su vez la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomienda para una nutrición saludable consumir al menos dos raciones de pescado, preferiblemente graso, a la semana (AHA 2006). Una alternativa para desarrollar nuevos alimentos saludables, a precios accesibles y por lo tanto disponibles para la población, es utilizar materia prima, a partir de especies sub-explotadas. En el mar argentino, principalmente en el estuario del Río de la Plata y la costa de la provincia de Buenos Aires, se encuentra una especie conocida por el nombre popular de saraca o lacha, (*Brevoortia aurea*) (Acha y Macchi 2000). Esta especie, es pelágica, pertenece a la familia Clupeidae (Cousseau y Perrota 2000). Es familiar de la sardina y del arenque, y por poseer poco valor comercial, se descarta en grandes volúmenes, principalmente ocurre durante la zafra de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) (julio-octubre). Tiene escasa importancia comercial, debido a la gran cantidad de espinas en toda su estructura muscular; por lo que existe poca información sobre su composición proximal y sus variaciones estacionales.

Para el desarrollo de productos de origen marino es importante conocer la composición de la materia prima durante el ciclo biológico, principalmente en las especies pelágicas ya que sufren grandes variaciones en la cantidad y calidad de sus lípidos (Larsen *et al.* 1997). Estos cambios pueden influir notablemente en las propiedades para desarrollar productos.

Se sabe que es muy marcada la relación entre las variaciones del estado fisiológico y la composición muscular (Encina y Granado-Lorencio 1997). Los biólogos marinos utilizan índices morfológicos para expresar la dinámica en la utilización de la energía endógena de órganos tales como gónadas, hígado y la masa corporal (Collins y Anderson 1995). Estos indicadores son el Factor de Condición (FC) para definir el estado físico, fisiológico que expresa el estado de bienestar de cada ejemplar. También se determinan el Índice o Factor Somático (IS) que indica el estado nutricional, la energía almacenada como lípidos corporales y proteínas que pueden ser movilizados para enfrentar los requerimientos en períodos sin alimentación (Jobling 1995). Finalmente el Índice Gonadosomático (IG) que expresa el estado y grado de desarrollo de las gónadas del animal.

En este trabajo se caracterizó la composición química del músculo en ejemplares de saraca, capturadas durante la zafra de la corvina rubia. Se evaluaron los aspectos biológicos como el factor de condición, estados de madurez, índice gonadosomático y somático con el objeto de comprender el estado biológico y su relación con la composición del músculo de saraca. A fin de utilizarlo posteriormente como materia prima alternativa, en los distintos periodos, para el desarrollo de productos conformados formulados actualmente con especies blancas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Empleado

Se trabajó con individuos frescos de saracas (*Brevoortia aurea*), obtenidos en el puerto de Mar del Plata. Las muestras se recolectaron cada 45 días, durante los meses de julio a octubre de 2008 (invierno-primavera). Los mismos fueron capturados por la flota costera en la zona de pesca de la Bahía de Samborombon-Provincia de Buenos Aires. De cada muestreo se analizaron 20 ejemplares en posrigor y de talla mayor a 32 cm, para asegurar trabajo con individuos adultos (Acha 1999).

Análisis Morfométrico

Se registraron datos de talla y peso para todos los ejemplares. Las medidas tomadas fueron: Largo Total (LT), Peso Entero (PE), Peso Eviscerado (PEv) y Peso de las Gónadas (PG). Utilizando instrumentos de medición ictiómetro de 1000 mm para las medidas de longitud total y una balanza eléctrica Mettler PK 4800 de precisión 0.001g. A su vez se guardaron las gónadas en formol para su evaluación en el laboratorio de histología, donde se determinó el sexo y estadio sexual a cada uno. A partir de estos datos se determinaron los índices morfológicos de los individuos.

Índices Morfológicos

Factor de condición eviscerado (FCev). Relaciona el peso del cuerpo sin los órganos y el largo al cubo expresado en porcentaje. Factor de Fulton modificado por Clark.

$$FCev = \frac{PEv}{LT^3} \times 100$$

Ecuación 1

Índice gonadosomático (IGS). Que es una relación entre el peso total de las gónadas y el peso total del animal sin las gónadas expresada en porcentaje.

$$IGS = \frac{PG}{(PT - PG)} \times 100$$

Ecuación 2

Índice somático (IS). Es una relación entre el cuerpo eviscerado y el cuerpo entero expresado en porcentaje:

$$IS = \frac{PEv}{PT} \times 100$$

Ecuación 3

Los análisis histológicos fueron realizados por el departamento de Histología del INIDEP. Las muestras formalizadas fueron deshidratadas en un equipo Histoquinet y observadas al microscopio. Las gónadas se clasificaron según el grado de madurez e hidratación de los ovocitos. Se clasificaron en gónadas en maduración (estadio II), desoves parciales (estadio III), posdesove (estadio IV) y reposo (estadio V) (Acha 1999).

Preparación y Acondicionamiento de las Muestras

Se obtuvieron los filetes de cada ejemplar, evitando retirar la grasa subcutánea visible durante el corte. Los filetes de cada individuo se homogenizaron y se almacenaron en bolsas de polietileno de 100g, en freezer a -25°C.

Para el análisis de composición se utilizaron 6 individuos con FCev entre 1,2 y 1,3 y de igual estadio sexual (predominante de cada periodo).

Análisis Químicos

Se determinó por duplicado el contenido de lípidos por el método Bligh & Dyer modificado por Underland (Tanamati *et al* 2005), humedad AOAC (1997), cenizas AOAC (1990) y por cuadruplicado proteínas microkjeldhal utilizando el factor de corrección 6,25.

El perfil de ácidos grasos se realizó sobre fases grasas extraídas por el método Bligh & Dyer. Se determinó en el Laboratorio de Calidad de Omega Sur, Parque Industrial Savio, Batán-Mar del Plata en cromatógrafo de gases Shimadzu GC-17A, con inyector Split, y detector de ionización de llama con columna capilar de sílica fundida Omegawax Supelco 320 (30 m/0,32mm id/0,25 μm), gas transportador Nitrogeno a un flujo de 25cm/seg y las condiciones cromatográficas fueron: temperatura detector 250°C, temperatura del puesto de inyección 260°C y temperatura inicial del horno de 190°C y aumentando progresivamente hasta 225°C.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y test de Tuckey para las comparaciones por pares. Se realizaron regresiones lineales de los parámetros bioquímicos y morfométricos con la talla de los individuos de cada estadio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis histológico se observó que las muestras pertenecientes al mes de julio se encontraban en reposo (estadio V) por la presencia de estructuras en previtelogénesis. Mientras que las muestras correspondientes al mes septiembre presentaron ovocitos vitelados, lo que indica el comienzo de la maduración de estos órganos (estadio II). Las muestras correspondientes al mes de octubre mostraron, además de ovocitos vitelados, atresias alfa y folículos post-ovulatorios lo que indica que ya habían realizado algunas puestas parciales.

Los resultados de las mediciones morfométricas se detallan en la **Tabla 1** y de los índices morfométricos en la **Tabla 2**. Los índices FCev, IGS como el IS no presentaron correlación con la talla ($p > 0,01$) en ningún estadio.

Tabla 1. Valores promedio y desvío estándar de los Parámetros Morfométricos.

MUESTRA	LARGO TOTAL (cm)	PESO TOTAL (g)	PESO GONADAS (g)	PESO EVISCERADO (g)
Reposo	38.17±0.52	687.36±26.82	30.24±2.36	615.42±24.82
Maduración	34.24±0.56	559.62±29.49	44.15±44.52	475.53±23.64
Desove	34.39±0.48	576.46±26.60	71.01±5.16	474.39±20.80

Tabla 2. Valores promedio y desvíos estándar de Índices Morfológicos.*

Estadio	FCEv	IGS	IS
Reposo	1.1±0.03 ^a	4.64±0.34 ^a	89.47±0.42 ^a
Maduración	1.16±0.02 ^a	8.27±0.59 ^b	85.34±0.47 ^b
Desove	1.16±0.02 ^a	13.50±0.61 ^c	82.73±0.44 ^c

* Diferentes superíndices en la misma columna, indican diferencias significativas. ($p < 0.001$)

En el análisis de FCev en cada estadio, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,01$) lo que indica que todos los ejemplares utilizados presentaban buen estado fisiológico. Por otro lado el IGS presentó diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los distintos periodos (**Tabla 2**). Se encontraron gónadas pequeñas durante el reposo, menores de 15 g, mientras que en el desove se encontraron gónadas de mayor tamaño, de 110 g. El aumento en el peso de las gónadas se debe al desarrollo y crecimiento de las células sexuales (formación de organelas, acumulación de nutrientes durante el desarrollo de gametos femeninos y masculinos, crecimiento del vitelo, formación de vacuolas lipídicas en ovoplasma e hidratación previa al desove). El IS presentó un comportamiento inverso al IGS también con diferencias significativas ($p < 0,001$) (**Tabla 2**). El elevado índice somático durante el reposo, indica la alta cantidad de energía de reserva que almacena en músculo la especie, para destinarlo a las diferentes necesidades durante el periodo de reproducción y llegar con éxito al desove. El IS va disminuyendo a medida que el individuo va consumiendo, principalmente, los lípidos durante el ciclo biológico. A su vez, el IG y el IS presentaron una correlación significativa entre sí (**Figura 1**). Se observó que la composición de los individuos no presenta variaciones debidas a la talla. Huss (1988) explica que el contenido de grasa en algunas especies pelágicas varía levemente con el tamaño, así, los peces de mayor porte pueden llegar a contener solo 1 % más de grasa que peces pequeños. Se encontraron diferencias significativas de la composición entre los meses analizados (**Figura 2**) ($p < 0,01$). Los lípidos disminuyeron significativamente ($p < 0,01$), en la **Figura 2** se observa en descenso. Las muestras de reposo presentaron mayor contenido de lípidos 23% en músculo, y fue disminuyendo a medida que progresaba el ciclo, llegando a 12% de lípidos en músculo en el desove (50 % menos que los datos de julio). El elevado porcentaje de los lípidos que alcanzan los peces durante el reposo se debe a la buena alimentación que logran en dicha etapa. La cantidad y calidad del

alimento disponible les permite recuperarse tanto fisiológica como biológicamente y acumular energía para el siguiente ciclo reproductivo. La reducción del contenido lipídico se debe al esfuerzo energético y la movilización de los lípidos que invierte los peces para el desarrollo de los huevos y el esperma (Tocher 2003), con el fin de asegurar la descendencia. El gasto energético está dado por la migración hasta las áreas de puesta y por la inadecuada alimentación durante la migración, debido a escasez de alimento hasta llegar a las áreas adecuadas. Otra causa esta dada por el aumento en el tamaño de los órganos reproductivos, que disminuyen el espacio de la cavidad abdominal y el individuo no puede alimentarse correctamente, por lo que la energía que requiere para todo el proceso proviene principalmente de los lípidos de reserva (Huss 1988). Otros autores encontraron variaciones similares en la composición en otras especies pelágicas. Nielsen *et al.* (2005) encontró este comportamiento para arenque (*Clupea haerngus*), Zaboukas *et al.* (2006) observó una reducción similar del 59,2 % de los lípidos en bonito (*Sarda sarda*) y Huss (1998) en el arenque del Mar del Norte.

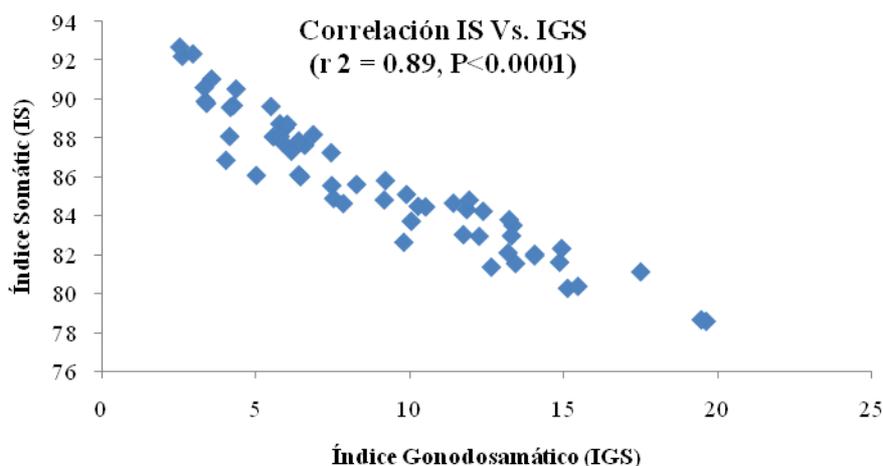


Figura 1. Regresión lineal entre Índice Somático e Índice Gonodosomático de ejemplares de *Brevoortia aurea* durante el periodo de Julio a Octubre. La ecuación del modelo se escribe: $y = 92.33 - 0.73 \cdot x$ ($r^2 = 0.89$, $P < 0.0001$, $n=59$).

Variación de la composición durante el desarrollo gonadal

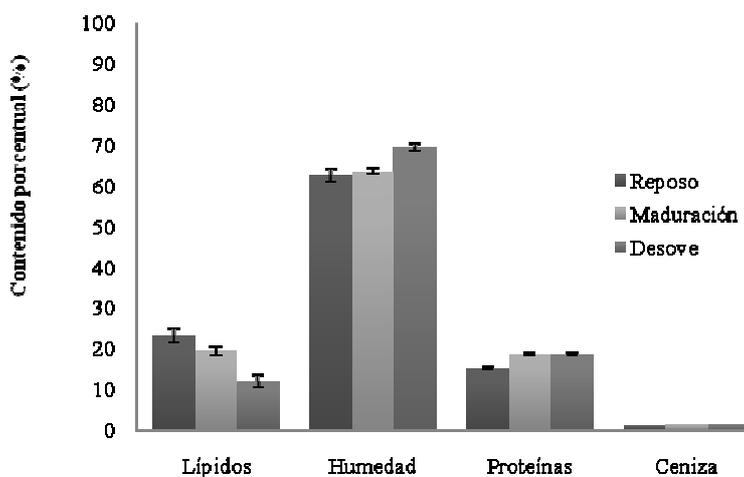


Figura 2. Variación en el contenido de lípidos, humedad, proteínas y cenizas de músculo de *Brevoortia aurea* durante el desarrollo gonadal.

Inversamente al comportamiento de los lípidos en el periodo señalado, la humedad aumentó significativamente de 62,5% en el reposo, a 63,5% en la maduración y alcanzó 70% durante el desove (**Figura 2**) ($p < 0,01$). Esto representó un incremento del 12% del contenido agua en músculo. Los aumentos no fueron significativos entre el mes en reposo y la maduración, pero sí lo fueron ambos estadios con respecto al desove.

A su vez se observó una fuerte correlación entre el contenido de lípidos y el de agua $r^2=0,9349$ ($p < 0,001$). En la **Figura 3** se observa la relación entre ambas variables. La relación agua-grasa constituyen cerca del 80% del contenido en el músculo de algunas especies marinas (Huss 1988), mientras que las proteínas, los minerales y fibras se mantienen constantes (Nielsen *et al.* 2005). Algunos autores proponen utilizar estas ecuaciones para predecir el contenido de lípidos de cada especie en función del contenido de humedad, la cual, a diferencia de la extracción de lípidos, es rápida de determinar. La ecuación obtenida para este periodo en *Brevoortia aurea* es la siguiente:

$$y = -1,3775 x + 107,77 \quad \text{Ecuación 4}$$

donde x corresponde al contenido de agua e y al de lípidos, ambos expresados en %. Relaciones similares fueron encontradas en arenques, por Nielsen *et al.* (2005) ($y = -1,014 x + 82,274$) y por Kent *et al.* (1992b) ($y = -1,25 x + 100,4$).

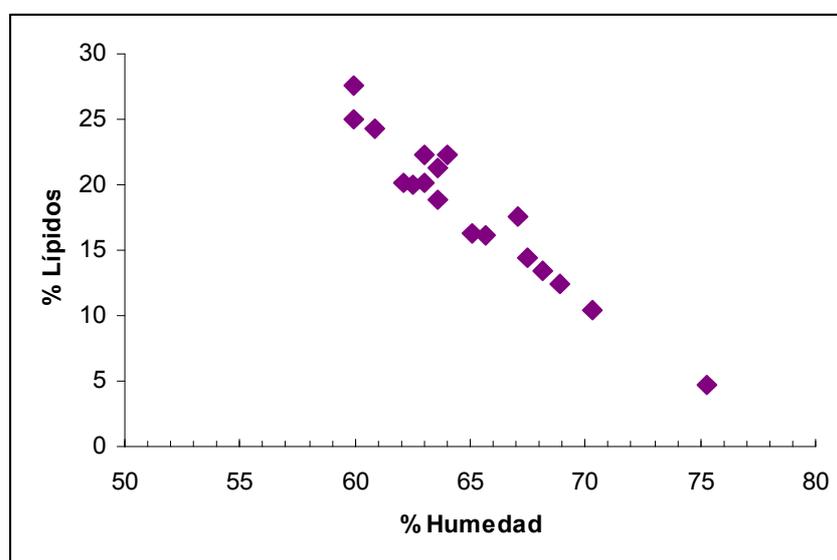


Figura 3. Relación entre contenido de lípidos y contenido de agua en músculo de *Brevoortia Aurea*. ($r^2=0,9349$, $P < 0,001$).

Los contenidos de proteína y ceniza presentaron aumentos levemente significativos ($p < 0,001$), sólo en el paso de los ejemplares en reposo a la maduración y luego se mantuvieron constantes. El contenido de proteínas aumento de 15% en julio, 18,6% en septiembre y se mantuvo constante en octubre.

En la **Tabla 3** se observa el perfil de ácidos grasos. En esta especie, se encontró un elevado contenido de AGPI en los ejemplares en reposo. Los principales ácidos grasos del músculo de saraca son el palmítico 24%, palmitoléico 15%, oleico 18%, DHA 9% y EPA 6%. Además se observó que la relación de n3/n6 fue elevada (6,27), por lo que el consumo del mismo permitiría mejorar el balance 20/1 de la relación n6/n3 que actualmente se incorpora en las dietas occidentales. Los expertos de FAO-OMS (1997) recomiendan consumir 5/1 de n-6/n3. Valores similares de los ácidos grasos principales como de la relación n3/n6 encontró Huynh *et al.* (2007) en músculo arenques del pacífico durante el periodo de reposo post desoves.

Tabla 3: Valores promedios y desvíos estándar del perfil de ácidos grasos.

Perfil Ácidos Grasos ^a	
Σ n-3	20.69±1.18
Σ n-6	3.34±0.15
n3/n6	6.27±0.45
EPA (C20:5n-3)	6.04±0.44
DHA (C22:6n-3)	9.76±0.86
Σ Insaturados	62.15±0.52
Σ Mono-insaturados	39.29±1.82
Σ Poli-insaturados	23.75±1.37
Σ Saturados	37.75±0.99

a Valores promedio \pm desvío estándar.

CONCLUSIONES

La incorporación de músculo de *Brevoortia aurea* como complemento de especies blancas tradicionales, desde el punto de vista nutricional, es una buena opción para realizar productos saludables. Esto se debe al importante contenido de ácidos grasos poli-insaturados, especialmente docosahexaenoico (DHA), eicosapentaenoico (EPA) y oleico que presenta. Además el elevado contenido de n-3 frente al contenido de n-6 permite mejorar el balance nutricional en el consumo de ácidos grasos. También es una fuente de proteínas alto valor biológico y de excelente digestibilidad. Es importante evaluar la composición de la materia prima en cada estadio, para definir en que tipo de producto es más apta tecnológicamente. De esta manera, las saraca pescadas en octubre y hasta que finaliza el desove podrían ser utilizadas para desarrollar productos tipo hamburguesas, nuggets. Mientras que las capturadas desde el fin del periodo de desove y hasta llegar a julio se podrían utilizar para desarrollar productos del tipo de salchichas o pastas untables, aprovechando la variación estacional del contenido lipídico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr Macchi y al grupo de trabajo del Gabinete de Histología del INIDEP. A la Lic. Silvana Guccione del Laboratorio de Calidad-Omega Sur. Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acha Eduardo Marcelo y Macchi Gustavo J. 2000. Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bullitin*, 98:227-235.

Acha Eduardo Marcelo, 1999. Estrategia reproductiva de la saraca, Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea* (Pisces: *Clupeidae*), en el estuario del Río de la Plata. Tesis (Doctorado) Mar del Plata, pág 174, Biblioteca INIDEP.

AHA (Asociación Americana del Corazón). 2006. Aprenda y viva más, conozca su corazón. [online]. [citado octubre 2009]. Disponible en: http://www.americanheart.org/downloadable/heart/1165854028272CSC_Nuticion_Repros.pdf.

Castro-González MI. 2002. Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. [online]. *Interciencia* 27: 128-136. [citado noviembre 2009]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300005&lng=es&nrm=iso>.

Collins AL and Anderson TA. 1995. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. *Journal of Fish Biology*. 47:1004-1015.

- Connor WE, Lowensohn R and Hatcher L. 1996. Increased docosahexaenoic acid levels in human newborn infants by administration of sardines and fish oil during pregnancy. *Lipids* 31: S183-S187.
- Cousseau M. y Perrotta R. 2000. Peces marinos de Argentina, biología, distribución, pesca. Mar del Plata, INIDEP. pag 167.
- Encina L and Granado-Lorencio C. 1997. Seasonal variation in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. *Journal of fish biology* 50: 511-522.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1997. Grasas y aceites en la nutrición humana. 3. Consulta FAO/OMS de expertos. [on line] [citado noviembre 2009]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s00.HTM>>.
- Huss H. 1988. Composición química. En: Colección FAO. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Manual de capacitación preparado por el programa de capacitación FAO/DANIDA. En: Tecnología Pesquera y Control de Calidad. Colección FAO N°: 29. pag 15-24.
- Huynh MD, Kitts D, Hu C and Trites AW. 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Journal Comparative and Physiology, Part B* 146: 504-511.
- Kent M, Lees A and Christie R. 1992 b. Use of a portable microwave fat meter with herring (*Clupea harengus*). En: J. R Burt, R. Hardy & K J Whittle (Eds). Pelagic fish, the resource and its exploitation Farnham, Surrey, UK : Fishing News Books. pag. 157-164.
- Larsen E, Jensen S and Zappey H. 1997. Quality management and measurement in the fish industry. En: Lutén JB, Borrensen T, Oehlenschläger J (Eds), Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality. Amsterdam, Elsevier. pag. 403-410.
- Malcolm J. 1995. Environmental biology of fishes. Fisheries & Fisheries Series No. 16. London. Chapman & Hall. pag 455.
- Nielsen D, Hyldig G, Nielsen J and Nierlsen H. 2005. Lipid content in herring (*Clupea harengus L.*)-influence of biological factors and comparison of different methods of analyses: solvent extraction, Fatmeter, NIR and NMR. *LWT* 38: 537-548.
- Royo Miguel A. 2004. Recomendaciones nutricionales y alimentarias para una dieta cardiosaludable. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 10(3):122-143
- Tanamati A, Oliveira C, Visentainer J, Matsushita M and Souza E. 2005. Comparative study of total lipids in beef using chlorinated solvent and low-toxicity solvent methods. *JAOCs* 82: 393-397.
- Tocher D. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science* 11: 107-184.
- Valenzuela A y NIETO S. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista chilena de pediatría*. [online], 74: 149-157. [citado abril 2009]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-1062003000200002&lng=es&nrm=iso.
- Zaboukas N, Miliou H, Megalofonou P and Moraitou M. 2006. Biochemical composition of the Atlantic bonito *Sarda sarda* for the Aegean Sea (eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. *Journal of fish biology* 69: 347-362.