

ARTÍCULO

# Composición química proximal y perfil de ácidos grasos del mejillón *Mytilus edulis* provenientes de cultivos y bancos naturales en el Golfo San Jorge, Argentina

Proximate chemical composition and fatty acid profile of the blue mussel *Mytilus edulis* from rocky shores and long line cultures in San Jorge Gulf, Argentina

Julia Colombo<sup>1,2</sup>, Martín Varisco<sup>1,2,\*</sup>, Tomás Isola<sup>1,3</sup>,  
Cecilia Crovetto<sup>2</sup>, Enrique Rost<sup>3</sup> y Susana Risso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Transferencia Chubut, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Ruta Provincial 1, Km 4, 4° piso, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. \*martinvarisco@hotmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ruta Provincial 1, Km 4, 2° piso, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ruta Provincial 1, Km 4, 1° piso, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

**Abstract.** In the present study we compared meat yield, proximate chemical composition and fatty acid profile of the blue mussel *Mytilus edulis* from rocky shores and long line cultures in San Jorge Gulf, Argentina. Moisture, ash, lipids, proteins and carbohydrates were quantified. The fatty acid profile was analyzed by gas chromatography. Mussels from rocky shores had lower meat yield than cultured mussels. The proximate chemical composition was different between the mussels of the two environments. Mussel meat was characterized by high moisture content, with higher moisture in mussels from rocky shores. Proteins were the main biochemical component, followed by carbohydrates and lipids. Regardless of the origin of the mussels, meat mussel was characterized by higher content of polyunsaturated fatty acids than that of monounsaturated and saturated fatty acids. Atherogenic index was lower in cultured mussels, while thrombogenic index was similar in both groups of mussels. Differences in proximate chemical composition between mussels from rocky shores and cultures are related to the habitat in which they grow, which determines differences in the amount and quality of food and in maintenance costs.

**Key words:** Proximate chemical composition, fatty acids, mussel, rocky shores, cultures

**Resumen.** Se analizó el contenido de carne, la composición química proximal y el perfil de ácidos grasos de la carne de mejillones recolectados en bancos naturales infralitorales y en cultivos localizados en el Golfo San Jorge, Argentina. Se comparó el contenido de humedad, cenizas, lípidos, proteínas y glúcidos. El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa y fue empleado para calcular el índice aterogénico (IA) y el índice trombótico (IT). Los mejillones del banco natural tienen un menor contenido relativo de carne que los ejemplares de cultivo. Se obtuvieron diferencias significativas en la composición química proximal de los mejillones. La carne de mejillón presentó un alto contenido de humedad, siendo ésta mayor en mejillones de bancos. Las proteínas son el componente bioquímico con mayor porcentaje, seguido por los hidratos de carbono y en menor cantidad por los lípidos. Independientemente del origen de los animales, la carne de mejillón se caracterizó por una mayor cantidad de ácidos grasos polinsaturados que ácidos grasos monoinsaturados y saturados. El IA en mejillones de banco fue levemente menor que en los ejemplares de cultivo, mientras que el IT fue el mismo en ambos casos. Las diferencias observadas en la composición química proximal de los mejillones de cultivos y bancos naturales se deberían al hábitat que ocupan, el cual determina diferencias en la calidad y cantidad de alimentos y diferencias en la energía destinada a mantenimiento.

**Palabras clave:** Composición química, ácidos grasos, *Mytilus edulis*, cultivo, bancos naturales

## INTRODUCCIÓN

Diferentes especies de mejillones son cultivadas con fines comerciales alrededor de todo el mundo. Debido a que varias especies de mejillones están incorporadas a la dieta humana, se han desarrollado muchos trabajos acerca de la composición química proximal de la carne y su calidad nutricional (Orban *et al.* 2002, Freitas *et al.* 2002, 2003, Yildiz *et al.* 2005, Fuentes

*et al.* 2009, Martínez-Pita *et al.* 2012). La composición de la carne de los mejillones muestra variaciones relacionadas con el ciclo reproductivo, disponibilidad y calidad de alimento (Dare & Edwards 1975, Nagabhusanam & Mane 1978, Pieters *et al.* 1979, Zurburg *et al.* 1979, Pieters *et al.* 1980, Orban *et al.* 2002). Por lo tanto, son esperables variaciones en la

composición relacionadas con el hábitat en el que se hallan los ejemplares. Diferencias en la composición química proximal de *Mytilus galloprovincialis* fueron reportadas en ejemplares provenientes de balsas de cultivo y zonas rocosas de la Ría de Arousa en España (Freites *et al.* 2002, 2003). Narváez *et al.* (2009) encontraron diferencias en los contenidos de lípidos e hidratos de carbono de semillas del mejillón marrón *Perna perna* de origen intermareal y submareal.

El mejillón *Mytilus edulis* se distribuye en la costa Atlántica de América del norte; en Europa desde la costa atlántica de Francia hasta el Mar Báltico; y en el Atlántico Sur desde Río Grande do Sul, en Brasil, hasta las costas de la provincia de Santa Cruz en Argentina. La distribución batimétrica de la especie va desde el ambiente intermareal hasta profundidades de 50 m (Pascual & Zampatti 1998). En particular, en el Golfo San Jorge la especie se halla desde el horizonte mesolitoral hasta 30 m de profundidad. Es amplia la información sobre la explotación comercial y cultivo de la especie en la costa Argentina (Lizarralde & Zaixso 1993, Lizarralde 1997, Pascual & Zampatti 1998, Zaixso & Lizarralde 2001, entre otros), sin embargo, los estudios sobre aspectos bioquímicos de la especie son escasos. La composición química proximal de ejemplares recolectados en bancos circalitorales de la provincia de Buenos Aires fue estudiada por Aizpun de Moreno *et al.* (1971) y Sánchez-Pascua & Yeannes (1991)<sup>1</sup>. La composición de la fracción lipídica y el contenido de ácidos grasos fueron también analizados para esta población (Aizpun de Moreno *et al.* 1980). Variaciones mensuales entre la composición bioquímica y su relación con el ciclo reproductivo fueron analizadas en ejemplares del Golfo San Jorge encontrándose diferencias significativas en la composición química proximal relacionadas con el desarrollo gonadal (Colombo 2014). Aún no se han realizados trabajos que comparen la composición química en mejillones *Mytilus edulis* que habiten en bancos naturales y ejemplares provenientes de cultivo. El objetivo de este trabajo fue comparar el peso seco de la carne, la composición química proximal y el perfil de ácidos grasos en el mejillón *Mytilus edulis* provenientes de cultivos comerciales suspendidos y de bancos naturales infralitorales, que son las dos fuentes de obtención de mejillones para consumo en el Golfo San Jorge. Se testea la hipótesis que el ambiente de origen de los animales, bancos naturales y cultivo en cuerdas suspendidas, determinaría diferencias en el contenido de carne, la composición química proximal y en el perfil de ácidos grasos de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO

El Golfo San Jorge es la mayor cuenca semiabierto del Océano

Atlántico Sudoccidental, se encuentra comprendido entre Cabo Dos Bahías (44°55'26''S; 65°33'12''O) en el extremo norte y Cabo Tres Puntas en el sur (47°06'00''S; 65°53'00''O). En el área central tiene profundidades cercanas a 100 m, desde allí las profundidades disminuyen radialmente y en el umbral se reducen hasta 50-60 m en los sectores centro y sur y aproximadamente 90 m en el sector norte (Akselman 1996). El área se encuentra influenciada por aguas templado-frías de la corriente Patagónica, que fluye en dirección S-N por el litoral patagónico desde el Estrecho de Magallanes. La salinidad varía entre 33,2 y 34,2 y las temperaturas máximas y mínimas oscilan entre 1,2° y 20°C; en Islas Leones (45°10'S) entre 6° y 20°C y en cabo Blanco (aproximadamente 47°20'S) entre 1,2°C y 15°C (Akselman 1996). En aguas costeras del área central del golfo, donde fueron conducidos los muestreos la temperatura presenta variaciones entre 4,1° y 19,3°C (Colombo 2014).

Los ejemplares de *Mytilus edulis* de bancos naturales fueron recolectados sobre la plataforma de abrasión rocosa en Caleta del Fondo en el horizonte infralitoral. Caleta del Fondo es una pequeña caleta con orientación este-oeste, ubicada en el área central del Golfo San Jorge, en la provincia de Santa Cruz, Argentina (46°01'S, 67°35'O). Por otra parte, los ejemplares de cultivos comerciales fueron muestreados en cuerdas de cultivo, ubicados a una profundidad promedio de 15 m, en playa Belvedere de Comodoro Rivadavia (45°58'S, 67°33,46'O). En ambos casos la extracción de los ejemplares fue realizada en julio de 2013. La temperatura media del agua en julio es de 7,3°C y la disponibilidad de alimento es aún baja, con valores de clorofila a de 1,16 mg m<sup>-3</sup> (Colombo 2014). En este mes los mejillones se hallan en una etapa media de la gametogénesis y comienza a ser visible las diferencias de color de las gónadas de machos y hembras (Vinuesa 1978).

En cada sitio se recolectaron 4 muestras. Cada muestra estuvo compuesta por 50 mejillones de una talla superior a 50 mm de longitud total de la valva. Tres de estas muestras fueron destinadas a los estudios de composición química y la restante para el análisis del peso seco de la carne.

### PESO SECO DE LA CARNE

Se determinó la longitud de la valva (LV) empleando un calibre digital ( $\pm 0,01$  mm). Se extrajeron los tejidos blandos de los mejillones, los cuales fueron secados en una estufa a 70°C hasta la obtención de un peso constante. Posteriormente se registró el peso seco de los tejidos blandos mediante una balanza analítica ( $\pm 0,001$  g) (Aizpun de Moreno *et al.* 1971, Dare & Edwards 1975).

<sup>1</sup>Sánchez-Pascua G & MI Yeannes. 1991. Tecnología de la elaboración de productos a partir del mejillón. La Industria Cárnica Latinoamericana 86: 34-41.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL

En el laboratorio, se extrajo la carne de los mejillones manualmente y con una procesadora se realizó un preparado homogéneo para cada muestra. Cada homogeneizado fue posteriormente congelado en bolsas plásticas a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta la realización de las determinaciones. Los análisis de la composición química proximal y las corridas cromatográficas se realizaron por triplicado para cada muestra. La humedad se determinó de manera indirecta por desecación en estufa a  $100-105^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante (AOAC 950.46 2000). Las cenizas se obtuvieron a partir de la oxidación de toda la materia orgánica por incineración y calcinación en mufla a  $550^{\circ}\text{C}$ , hasta peso constante (AOAC 938.08 2000). El método de Kjeldahl (AOAC 981.10 2000) fue empleado para la determinación de nitrógeno en la muestras y se utilizó 6,25 como factor de conversión para el cálculo de la concentración de proteínas. La extracción de los lípidos totales se realizó según el método directo gravimétrico, previa extracción con solventes (Bligh & Dyer 1959). El valor de los hidratos de carbono fue estimado por diferencia (Greenfield & Southgate 1992). Se calculó el valor calórico de las muestras a través de la utilización de los coeficientes de Atwater (proteínas e hidratos de carbono= 4,0 y lípidos= 9,0) (Merrill & Watt 1955).

### PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos fueron metilados con trifloruro de boro (Morrison & Smith 1964) y analizados por cromatografía gaseosa utilizando inyección split ( $T=240^{\circ}\text{C}$ , relación split 25/1), detector FID ( $T=260^{\circ}\text{C}$ ), columna capilar Spec:VF-23ms (bis-cyanopropilpolisiloxanefase,  $L=100\text{ m}$ ,  $d_i=0,25\text{ mm}$ ,  $d_f=0,2\text{ }\mu\text{m}$ , SupelcoInc, Bellefonte), con programación de temperatura ( $140^{\circ}\text{C}-5\text{ min}-4^{\circ}\text{C}/\text{min}-240-15\text{ min}$ ). La identificación se realizó por comparación con un patrón externo de metilésteres de ácidos grasos (Nu-Chek 569, Nu-Chek-PrepInc).

El índice aterogénico (IA) y el trombótico (IT), evalúan la capacidad de producir ateromas (lesiones características de la aterosclerosis que se inician en la capa interna de una arteria) en el cuerpo humano y evaluar la capacidad de formar trombos, o sea coágulos en el interior de los vasos sanguíneos (Ulbricht & Southgate 1991, Maulvault *et al.* 2012). Estos índices se calcularon a partir de los AGS, AGMI y los AGPI de la carne:  $\text{IA}=(12:0+4 \times 14:0+16:0)/(\omega 6 \text{ AGPI}+\omega 3 \text{ AGPI}+\text{AGMI})$  e  $\text{IT}=(14:0+16:0+18:0)/(0,5 \text{ AGMI}+0,5 \omega 6 \text{ AGPI}+3 \omega 3 \text{ AGPI}+\omega 3 \text{ AGPI}/\omega 6 \text{ AGPI})$ .

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para determinar el efecto del origen de los mejillones en el peso seco de los tejidos blandos se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), empleando la LV como covariable.

Los datos de la composición química proximal de la carne de las muestras de banco y de cultivo fueron analizados mediante la aplicación del análisis de la varianza anidado. Para analizar la existencia de diferencias en la composición de ácidos grasos se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) de una entrada. En ambos casos, la homogeneidad de varianzas de los datos fue comprobada mediante el test de Cochran y el nivel de significancia empleado fue del 0,05. Se aplicó la transformación a arcoseno para el análisis de las concentraciones de ácidos grasos (Fowler *et al.* 2002). Para estos análisis se empleó el programa Statistica 7.0.

### RESULTADOS

#### PESO SECO DE LA CARNE

Se encontraron diferencias significativas entre el peso seco de los tejidos blandos de mejillones de bancos naturales y aquellos provenientes de cultivo ( $F_{(1,55)}=5,22$ ;  $P<0,05$ ). Para una talla media de LV= 66,49 mm, los mejillones de cultivo presentaron un contenido de carne mayor (media ajustada=  $1,047\text{ g} \pm 0,080$ ) que los ejemplares de bancos naturales ( $0,896\text{ g} \pm 0,079$ ) (Fig. 1).

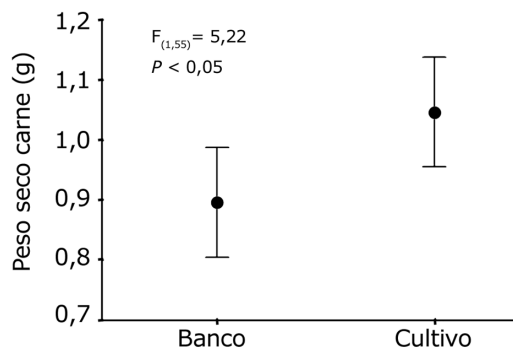


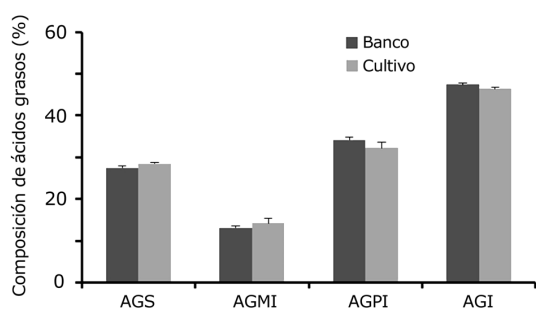
Figura 1. Análisis de la covarianza. Media ajustada del peso seco de la carne (g) y desviación estándar del mejillón *M. edulis* de bancos naturales y cultivos del Golfo San Jorge, Argentina. Significancia  $P < 0,01$  / Analysis of Covariance. Adjusted mean of dry weight (g) of *M. edulis* mussels from natural banks and long line cultures in San Jorge Gulf, Argentina. Significance  $P < 0.01$

## COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL

Los valores obtenidos en la composición química proximal en mejillones *M. edulis* de bancos naturales y de cultivo se observan en la Tabla 1. El mejillón es una especie con alto contenido de agua en sus tejidos, el porcentaje de humedad en los ejemplares de banco fue significativamente mayor que en los de cultivo. Se encontraron también diferencias significativas en el contenido de cenizas, proteínas y lípidos. En todos los casos el contenido de estos compuestos fue mayor en los mejillones de cultivos que en aquellos ejemplares de bancos naturales. El contenido de hidratos de carbono no difiere respecto del origen de los mejillones (banco= 5,86 g% y cultivo= 5,54 g%). En base a la composición química de la carne se calculó el valor energético promedio, mostrando diferencias significativas ( $F_{(1,12)} = 45,70$ ;  $P < 0,05$ ) entre las muestras de banco (66,45 Kcal/100 g) y las de cultivo (78,5 Kcal/100 g).

**Tabla 1. Promedios, desviación estándar y análisis de la varianza para el contenido de humedad, cenizas, lípidos y proteínas (expresados en g%) de carne de mejillones de bancos naturales (n= 3) y cultivos (n= 3) del Golfo San Jorge. Gl, grados de libertad. F, estadístico. P, probabilidad asociada al valor de F. Significancia  $P < 0,05$  / Means, standard deviation and analysis of variance for moisture, ash, lipids and proteins (g / 100 g) in *Mytilus edulis* mussels from rocky shores (n= 3) and long line cultures (n= 3) in San Jorge Gulf. Gl, degree of freedom. F, F value. P, probability of rejecting the null hypothesis. Significance  $P < 0,05$**

	Banco natural	Cultivo	Gl	F	P
Humedad	83,3 ± 0,96	79,8 ± 0,35	1,12	81,85	0,00001
Cenizas	1,92 ± 0,26	2,19 ± 0,14	1,12	9,65	0,00906
Lípidos	1,53 ± 0,10	1,74 ± 0,14	1,12	12,00	0,00467
Proteínas	7,35 ± 0,41	10,7 ± 1,09	1,12	412,31	0,00001



**Figura 2. Valores promedios de la composición porcentual de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI) y total de poliinsaturados (AGI) / Percentage composition of saturated fatty acids (AGS), monounsaturated fatty acids (AGMI), polyunsaturated fatty acids (AGPI) and total unsaturated acids (AGI)**

## PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

No se observaron diferencias significativas en la composición de los ácidos grasos de la carne de mejillones de bancos naturales y de cultivos. Independientemente del ambiente de origen, la especie se caracteriza por tener un mayor contenido de ácidos grasos insaturados (AGI) que de ácidos grasos saturados (AGS) (Fig. 2). En ambos casos la mayor proporción corresponde a ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), principalmente los  $\omega 3$  como el C20:5n3 ácido eicosapentaenoico (EPA), y el C22:6n3 ácido docosahexaenoico (DHA), entre los ácidos grasos  $\omega 6$ , el C20:4n6 ácido araquidónico (AA). Entre los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) se destacan el C16:1c (ácido palmitoleico), C18:1n9c (ácido oleico) y C20:1n9 (ácido eicosenoico) mientras que el C16:0 (ácido palmítico) y el C18:0 (ácido esteárico) son los AGS más abundantes (Tabla 2). La relación  $\omega 3/\omega 6$  fue menor para los mejillones de banco que para los de cultivo por poseer éstos menor cantidad de  $\omega 6$  principalmente el AA y mayor cantidad de  $\omega 3$  como el EPA.

Los valores calculados del IA fue de 0,61 y 0,65 y para los mejillones de banco y de cultivo respectivamente y el IT fue igual (0,26) para ambos sitios.

## DISCUSIÓN

La composición química de los mejillones está relacionada con el ciclo reproductivo y la calidad y cantidad de alimento en el ambiente (Dare & Edwards 1975, Nagabhushanam & Mane 1978, Pieters *et al.* 1980, Zurburg *et al.* 1979, Orban *et al.* 2002, Pronker *et al.* 2008). Diferencias en el contenido de proteínas, lípidos totales, ácidos grasos y glúcidos fueron encontrados entre ejemplares juveniles de *Mytilus galloprovincialis* provenientes de balsas de cultivo y bancos en fondos rocosos en la Ría de Arousa en España (Freites *et al.* 2002 y 2003). Así también, Narváez *et al.* (2009) encontraron diferencias en los contenidos de lípidos y carbohidratos de semillas del mejillón marrón *Perna perna* de origen infralitoral y submareal cultivados en un *long line* en el Golfo de Cariaco en Venezuela. Diferencias en el peso seco de los tejidos blandos en ejemplares de distinto origen han sido reportadas para distintas especies de mitílidos (Rodhouse *et al.* 1984, Freites *et al.* 2002, Narváez *et al.* 2009). Okumus & Stirling (1998) encontraron diferencias en el contenido de carne de *M. edulis* provenientes de 2 localidades en la costa oeste de Escocia. En este trabajo se encontraron diferencias significativas en el peso seco de la carne y la composición química proximal de la carne del mejillón *M. edulis* de bancos naturales infralitorales y de cultivo comerciales en el Golfo San Jorge. Esto puede deberse a las diferentes condiciones en las

**Tabla 2. Composición porcentual de ácidos grasos en mejillones de bancos naturales (n= 3) y cultivos (n= 3) en el Golfo San Jorge. P, probabilidad asociada al análisis de la varianza. Significancia  $P < 0,01$  / Fatty acid profile of mussels from rocky shores (n= 3) and long line cultures (n= 3) in San Jorge Gulf. P, probability of rejecting the null hypothesis of ANOVA. Significance  $P < 0.01$**

Ácidos grasos	Banco Natural	Cultivo	P
<b>Saturados (AGS)</b>			
C 10:0	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,28
C 12:0	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,12
C 13:0	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,18
C 14:0	2,82 ± 0,03	2,80 ± 0,01	0,10
C 15:0	0,62 ± 0,02	0,60 ± 0,00	0,16
C 16:0	17,40 ± 0,24	17,07 ± 0,07	0,08
C 17:0	0,59 ± 0,02	0,57 ± 0,00	0,17
C 18:0	6,14 ± 0,85	6,54 ± 0,03	0,45
C 20:0	0,09 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,75
C 22:0	0,06 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,26
C 23:0	0,03 ± 0,00	0,19 ± 0,28	0,38
C 24:0	0,11 ± 0,09	0,11 ± 0,09	0,97
<b>Monoinsaturados (AGMI)</b>			
C 14:1t	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,82
C 14:1c	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,00	0,29
C 15:1	0,44 ± 0,03	0,40 ± 0,00	0,09
C 16:1t	0,26 ± 0,11	0,19 ± 0,00	0,35
C 16:1c	6,16 ± 0,15	6,16 ± 0,02	0,96
C 17:1	0,23 ± 0,16	0,14 ± 0,00	0,36
C 18:1n9t	0,87 ± 0,02	0,87 ± 0,00	0,98
C 18:1n9c	2,38 ± 0,14	2,27 ± 0,01	0,24
C 20:1n9	2,69 ± 0,04	1,98 ± 0,01	0,09
C 24:1n9	0,01 ± 0,00	0,10 ± 0,05	0,30
<b>Poliinsaturados (AGPI)</b>			
C 18:2n6t	0,12 ± 0,01	0,11 ± 0,00	0,30
C 18:2n6c	0,97 ± 0,01	0,95 ± 0,00	0,08
C 18:3n6	0,25 ± 0,01	0,25 ± 0,00	0,80
C 18:3n3	0,38 ± 0,23	0,24 ± 0,00	0,36
C 20:2	0,37 ± 0,01	0,36 ± 0,05	0,10
C 20:3n6	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,00	0,96
C 20:4n6	3,78 ± 0,04	3,74 ± 0,01	0,20
C 20:3n3	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,50
C 20:5n3	17,69 ± 0,17	17,50 ± 0,03	0,12
C 22:3+ C 22:4	0,52 ± 0,01	0,49 ± 0,03	0,18
C 22:5n3	1,33 ± 0,04	1,29 ± 0,01	0,17
C 22:6n3	8,69 ± 0,19	8,48 ± 0,03	0,13
AGS	27,92 ± 0,78	28,08 ± 0,10	0,23
AGMI	13,23 ± 0,33	12,86 ± 0,05	0,10
AGPI	34,37 ± 0,54	33,69 ± 0,11	0,09
Σ ω 3	28,17 ± 0,50	27,58 ± 0,06	0,12
Σ ω 6	5,30 ± 0,05	5,25 ± 0,02	0,14
Σ ω 3/Σ ω 6	5,30 ± 0,10	5,24 ± 0,01	0,42

que se desarrollan ambos grupos de mejillones. Los mejillones que ocupan bancos naturales próximos a línea de bajamar pueden en ocasiones quedar sumergidos en profundidades escasas o bien quedar expuestos. Estos animales están sujetos a un mayor estrés ambiental, principalmente térmico y a un mayor efecto por movimiento de las corrientes de marea y rompientes de las olas. En contraposición a esta situación, los mejillones de cultivo se encuentran sumergidos durante su desarrollo, alimentándose continuamente y sin exposición a los factores estresantes como aumento de la temperatura circundante o rompimiento de las olas.

La carne de mejillones se caracteriza por un alto contenido de humedad (Aizpun de Moreno *et al.* 1971, Freitas *et al.* 2002, Colombo 2014). En este trabajo las diferencias más significativas entre los ejemplares de cultivo y de bancos naturales se encontraron en el contenido de humedad de la carne. El menor contenido relativo de materia orgánica de mejillones de banco se debería a que el mayor gasto en mantenimiento conlleva el uso de sus reservas energéticas (lípidos y proteínas) determinando también una disminución del peso de los tejidos blandos (Hummel *et al.* 1989). Este hecho también explicaría el mayor contenido de lípidos y proteínas en los ejemplares submareales de *M. galloprovincialis* (Freitas *et al.* 2003), *P. perna* (Narváez *et al.* 2009) y las diferencias observadas en este trabajo para *M. edulis*.

Numerosos trabajos describen la composición centesimal de ácidos grasos en diferentes especies de mejillones (Aizpun de Moreno *et al.* 1980, Saghk & Imre 1997, Murphy *et al.* 2002, Orban *et al.* 2002, Koftayan *et al.* 2011, Martínez-Pita *et al.* 2012). En general, los mitílidos son ricos en los siguientes ácidos grasos: 16:0, 16:1n7, 18:0, 18:1n9, EPA y DHA (Aizpun de Moreno *et al.* 1980). En este trabajo se encontró que tanto los mejillones de banco como los de cultivo tenían mayor proporción de AGPI (34,4 y 33,7%), seguidos por los AGS (27,9 y 28%) y AGMI (13,2 y 12,9%). Se han reportado variaciones en la composición de ácidos grasos en relación con el origen, temperatura y el tipo de alimentación en mejillones (De Zwaan & Mathieu 1992, Fuentes *et al.* 2009, Martínez-Pita *et al.* 2014). Sin embargo, en este trabajo, no se encontraron diferencias significativas en la composición centesimal de ácidos grasos entre los *M. edulis* de bancos mesolitorales y de cultivo. La similitud en el perfil de ácidos grasos sugiere una dieta similar en ambos hábitats. Los AGPI con mayor proporción fueron el EPA y DHA, esto sugiere que en ambos ambientes la especie se alimenta principalmente de diatomeas y dinoflagelados, debido a que cantidades considerables de EPA y DHA son proporcionados por esos ítems respectivamente, mientras que pequeñas cantidades de ácidos grasos de 14 a 18 carbonos son proporcionados por detritos (Ackman *et al.* 1968, Chuecas & Riley 1962). Respecto al efecto de la temperatura (latitudinal), una mayor proporción de ácidos grasos insaturados era de esperar en mejillones de la costa patagónica respecto del perfil obtenido por Aizpun de Moreno *et al.* (1980) para la costa bonaerense. Sin embargo, el porcentaje de AGI es similar en ambas localidades. En este sentido, Aizpun de Moreno *et al.* (1980) no encuentran un incremento de los AGI en los meses de invierno. Ambos resultados sugieren que la alimentación tendría un papel más importante que la temperatura en el perfil de ácidos grasos de *M. edulis*.

La ingesta recomendada del cociente de ácidos grasos  $\omega 3/\omega 6$  es al menos 0,1-0,2 considerando que rangos más altos son más beneficiosos para la salud humana (FAO/WHO, 1994). Dyerberg (1986) considera que un incremento en el cociente de AGPI  $\omega 3/\omega 6$  incrementa la disponibilidad de AGPI  $\omega 3$ . El cociente  $\omega 3/\omega 6$  obtenido en la carne de mejillones fue más alto que para otros mariscos como por ejemplo la centolla *Lithodes santolla* (Risso 2013).

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran la influencia del origen de los mejillones en el contenido de carne y su composición química proximal. Sin embargo, no se observaron diferencias en el perfil de ácidos grasos. Independientemente del hábitat de origen de los ejemplares, *M. edulis* es una especie magra por su escaso valor de lípidos totales, pero posee valores elevados de AGPI  $\omega 3$  e índices IA e IT bajos, lo cual lo hace beneficioso para consumo humano ya que reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por la Red Argentina para el Fortalecimiento de la Acuicultura y por el Proyecto de Investigación UNPSJB 'Valor nutricional y sensorial del mejillón (*Mytilus edulis*) de banco y de cultivo'.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 2000.** Official methods of analysis of association of official analytical chemists, 684 pp. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Ackman R, C Tocher & J McLachlan. 1968.** Marine phytoplankton fatty acids. Journal of Fisheries Research Board of Canada 25(8): 1603-1620.
- Aizpun de Moreno J, VJ Moreno & AM Malaspina. 1971.** Estudio sobre el mejillón (*Mytilus platensis* d'Orb) en explotación comercial del sector bonaerense, Mar Argentino. II. Ciclo anual en los principales componentes bioquímicos. Documento Técnico FAO 21: 1-15.
- Aizpun de Moreno J, R Pollero, V Moreno & R Brenner. 1980.** Lipids and fatty acids of the mussel (*Mytilus platensis* d'Orbigny) from south Atlantic water. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 48: 263-276.
- Akselman R. 1996.** Estudios ecológicos en el Golfo San Jorge y adyacencias (Atlántico Sudoccidental). Distribución, abundancia y variación estacional del fitoplancton en relación a factores físico-químicos y la dinámica hidrológica. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 234 pp.
- Bligh E & W Dyer. 1959.** A rapid method of total lipids extraction and purification. Canadian Journal of Biochemical and Physiology 37: 911-917.
- Chuecas L & J Riley. 1962.** Component fatty acids of the total lipids of some marine phytoplankton. Journal of Marine Biology Association of United Kingdom 49: 97-116.
- Colombo J. 2014.** Relación entre la composición química y el ciclo reproductivo del mejillón *Mytilus edulis platensis* en el Golfo San Jorge. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, 46 pp.
- Dare P & D Edwards. 1975.** Seasonal changes in flesh weight and biochemical compositions of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Conwy estuary, north Wales. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 18: 89-97.
- De Zwaan A & M Mathieu. 1992.** Cellular biochemistry and endocrinology. In: Gosling E (ed). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture, pp. 223-307. Elsevier, Amsterdam.
- Dyerberg J. 1986.** Linoleate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. Nutrition Review 44: 125-134.
- FAO. 1994.** Fats and oils in human nutrition. Report of Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Consultation. FAO/WHO Food and Nutrition Paper 57: 1-147.
- Fowler J, L Cohen & P Jarvis. 2002.** Practical statistics for field biology, 259 pp. Wiley and Sons, West Sussex.
- Freites L, M Fernández-Reiriz & U Labarta. 2002.** Lipid classes of mussel seeds *Mytilus galloprovincialis* of subtidal and rocky shore origin. Aquaculture 207: 97-116.
- Freites L, M Fernández-Reiriz & U Labarta. 2003.** Composición bioquímica y contenido energético del mejillón *Mytilus galloprovincialis* de origen submareal e intermareal: Influencia de las variables ambientales y de su origen. Ciencias Marinas 29: 603-619.
- Fuentes A, I Fernández-Segovia, I Escriche & J Serra. 2009.** Comparison of physicochemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. Food Chemistry 112: 295-302.
- Greenfield H & D Southgate. 1992.** Food composition data: Production, management and use, 243 pp. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Hummel H, L De Wolf, W Zurburg, L Apon, RH Bogaards & M Van Rutenburg. 1989.** The glycogen content in stressed marine bivalves: the initial absence of a decrease. Comparative Biochemistry and Physiology 94(4): 729-733.
- Koftayan T, J Milano, H D'Armas & G Salazar. 2011.** Perfil de lípidos y ácidos grasos de *Perna viridis*, mejillón verde (Mollusca: Bivalvia) en el oriente venezolano y la costa oeste de Trinidad. Revista de Biología Tropical 59(1): 171-182.
- Lizarralde ZI. 1997.** Monthly changes in Mussel spat (*Mytilus edulis platensis*) settlement on artificial collector in San Jose gulf, Argentina. Biología Pesquera 26: 43-48.

- Lizarralde ZI & HE Zaixso. 1993.** Captación de mitílidos en diferentes tipos de colectores artificiales en Chubut, Argentina. *Biología Pesquera* 22: 13-21.
- Martínez-Pita I, C Sánchez-Lazo, J Ruíz, M Herrera & J Mancera. 2012.** Biochemical composition, lipid classes, fatty acids and sexual hormones in the mussel *Mytilus galloprovincialis* from cultivated populations in south Spain. *Aquaculture* 358: 274-283.
- Martínez-Pita I, C Sánchez-Lazo & FJ García. 2014.** Influence of microalgae lipid composition on the sexual maturation of *Mytilus galloprovincialis*: a hatchery study. *Aquaculture Nutrition* 22: 202-216.
- Maulvault AL, P Anacleto, HM Lourenço, ML Carvalho, ML Nines & A Marques. 2012.** Nutricional quality and safety of cooked edible crab (*Cancer pagurus*). *Food Chemistry* 133: 277-283.
- Merrill A & B Watt. 1955.** Energy values of food, basis and derivation. *Agriculture Handbook* 74: 1-105. ARS United States Department of Agriculture, Washington DC.
- Morrison WR & LM Smith 1964.** Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research* 5: 600-608.
- Murphy K, B Mooney, N Mann, P Nichols & A Sinclair. 2002.** Lipid, FA, and sterol composition of New Zealand green lipped mussel (*Perna canaliculus*) and Tasmanian blue mussel (*Mytilus edulis*). *Lipids* 36(6): 587-595.
- Nagabhushanam R & U Mane. 1978.** Seasonal variation in the biochemical composition of *Mytilus viridis* at Ratnagiri on the west coast of India. *Hydrobiologia* 57: 69-72.
- Narváez M, L Freitas, J Mendoza & M Guevara. 2009.** Influencias del origen de las semillas y los parámetros ambientales sobre la composición bioquímica y biometría del mejillón marrón *Perna perna* (Linné, 1758), bajo condiciones de cultivo. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 343-355.
- Okumus I & H Stirling. 1998.** Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture* 159: 249-261.
- Orban E, G Di Lena, T Nevigato, I Casini, A Marzetti & R Caproni. 2002.** Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry* 77: 57-65.
- Pascual M & E Zampatti. 1998.** Cultivo de moluscos bivalvos. *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros* 2: 167-193. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- Pieters H, J Kluytmans, W Zurburg & D Zandee. 1979.** The influence of seasonal changes on energy metabolism in *Mytilus edulis* L. I. Growth rate and biochemical composition in relation to environmental parameters and spawning. In: Naylor E & RG Hartnoll (eds). *Cyclic phenomena in marine plants and animals*, pp. 285-292. Pergamon Press, New York.
- Pieters H, J Kluytmans, D Zandee & G Cadée. 1980.** Tissue composition and reproduction of *Mytilus edulis* in relation to food availability. *Netherlands Journal of Sea Research* 14: 349-361.
- Pronker A, N Nevejan, F Peene, P Geijssen & P Sorgeloos. 2008.** Hatchery broodstock conditioning of the blue mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758). Part I. Impact of different micro-algae mixtures on broodstock performance. *Aquaculture International* 16 (4): 297-307.
- Risso S. 2013.** Caracterización y estudio del deterioro con el almacenamiento de la centolla. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 164 pp.
- Rodhouse P, C Roden, G Burnell, M Hensey, T McMahon, B Ottway & T Ryan. 1984.** Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and in suspended culture: Killary Harbour, Ireland. *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom* 64: 513-529.
- Saghk S & S Imre. 1997.** Fatty acid composition and cholesterol content of mussel and shrimp consumed in Turkey. *Turkish Journal Marine Sciences* 3: 179-189.
- Ulbricht TL & DAT Southgate. 1991.** Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338: 985-992.
- Vinuesa J. 1978.** Ciclo gonadal y primera madurez sexual del mejillón patagónico *Mytilus edulis chilensis* Hupe, de Puerto Deseado. *Physis A* 95: 35-47.
- Yildiz H, M Palaz & S Ali Doyuk. 2005.** Biochemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) in the Dardanelles. *Journal of Food Technology* 3: 430-434.
- Zaixso HE & ZI Lizarralde. 2001.** Efectos del desdoble sobre la biomasa cosechable de *Mytilus platensis* d'Orb en cultivo. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 14: 109-123.
- Zurburg W, J Kluytmans, H Pieters & D Zandee. 1979.** The influence of seasonal changes on energy metabolism in *Mytilus edulis* L. II. Organ specificity. In: Naylor E & RG Hartnoll (eds). *Cyclic phenomena in marine plants and animals*, pp. 293-300. Pergamon Press, New York.

Recibido el 30 de junio de 2015 y aceptado el 22 de marzo de 2016

Editor: Claudia Bustos D.