

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS ÍNDICES GONADAL Y MUSCULAR DE
Zygochlamys patagonica (KING, 1832) EN RELACIÓN CON EL
ALMACENAMIENTO DE RESERVAS ENERGÉTICAS*

por

SILVANA CAMPODÓNICO¹ y GRISELDA GARAFFO²

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N°1, Esollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina
correo electrónico: scampodo@inidep.edu.ar

²Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata
(UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

SUMMARY

Seasonal variation of *Zygochlamys patagonica* muscular and gonadal indices in relation to energy reserves storage. Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) is a commercially important fishery resource in Argentina. The species has a seasonal variation in the weight of the adductor muscle and the gonad in relation to the breeding season. Spawning of *Z. patagonica* occurs from early Spring to early Fall. The energy used for the production of gametes would come from either recently eaten food or previously stored as biochemical reserves. In this paper, the variations of muscular and gonadal relative condition indices (ICRM and ICRG) in relation to the reproductive cycle and energy reserves are analyzed. The ICRG and ICRM show an inverse behaviour; the first increase in Winter and decrease in Summer. Glycogen, the muscle biochemical component that presents the largest variation throughout the year, registers the lowest percentages in Winter that increase towards Summer. This would indicate a transfer of glycogen from the callus to other parts of the body (gonad). Therefore, sexual cells maturation process would occur at the expense of the energy contributed by the adductor muscle.

RESUMEN

La vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) constituye un importante recurso pesquero comercial en la Argentina. La especie presenta una variación estacional en el peso del músculo aductor y de la gónada en relación con la época reproductiva. El desove tiene lugar desde comienzos de la primavera hasta principios del otoño en la Unidad de Manejo B (ex Banco Reclutas). La energía que se utiliza para producir gametas derivaría de alimentos recién ingeridos o previamente almacenados como reservas bioquímicas. En el presente trabajo se analizan las variaciones de los índices de condición relativa muscular (ICRM) y gonadal (ICRG) en relación con el ciclo reproductivo y las reservas energéticas. Los ICRG e ICRM muestran un comportamiento inverso; el primero se incrementa en los meses de invierno y disminuye en verano. El glucógeno, constituyente bioquímico del músculo que presenta mayor variación a lo largo del año, registra los porcentajes más bajos en invierno que aumentan hacia el verano. Ello indicaría una transferencia de ese

*Contribución INIDEP N° 1888

componente desde el callo hacia otras partes del cuerpo (gónada). Por lo tanto, el proceso de maduración de las células sexuales tendría lugar a expensas de la energía aportada por el músculo aductor.

Key words: *Zygochlamys patagonica*, proximate composition, condition, reproduction, pectinids, energy reserves.

Palabras clave: *Zygochlamys patagonica*, composición proximal, condición, reproducción, pectínidos, reservas energéticas.

INTRODUCCIÓN

Desde que se iniciara la pesquería en 1996, la vieira patagónica, *Zygochlamys patagonica*, ha constituido un recurso pesquero de gran importancia comercial para la Argentina, con desembarques de callos (músculo aductor) que alcanzaron valores cercanos a las 6.700 t durante 2011 (Campodónico y Herrera, 2012). Prácticamente el total de la producción se destina al mercado externo (Comunidad Económica Europea, Canadá y Estados Unidos), con un valor de comercialización que representa entre 80 y 96 millones de dólares anuales (MAGyP, 2011).

Z. patagonica es una especie de aguas templado-frías, característica de la Provincia Biogeográfica Magallánica (Waloszek, 1984). En el Pacífico, las agrupaciones se encuentran a profundidades relativamente bajas, alcanzando el límite norte de su distribución a los 42° S (Valladares y Andrade, 1991). En el Atlántico Sudoccidental, *Z. patagonica* se distribuye alrededor de la isobata de 100 m, desde el Cabo de Hornos (56° S) hasta el estuario del Río de la Plata (36° 15' S; Riestra y Barea, 2000), coincidiendo con el Frente de Talud, área caracterizada por su alta productividad (Lasta y Bremec, 1998; Acha *et al.*, 2004; Bogazzi *et al.*, 2005).

En los bivalvos, los índices de condición (IC) de un tejido suelen asociarse a la reproducción y disponibilidad de alimento, siendo los tejidos de buena calidad, de aspecto cremoso, y los de baja calidad, translúcidos y con alto contenido de agua (Hickman e Illingworth, 1980; Nascimento y Pereira, 1980). Esta cualidad, producto del desarrollo de los tejidos blandos, depende de la dispo-

nibilidad de alimento, la reproducción y los ciclos de utilización de energía y de almacenamiento, entre otros factores (Bayne y Worrall, 1980; Bayne y Newell, 1983; Barber y Blake, 1991). La vieira patagónica presenta una variación estacional en el peso del músculo aductor y la gónada en relación con la época reproductiva (Ciocco, 1998), un patrón conocido también en otras especies de pectínidos (Comely, 1974; Taylor y Venn, 1979; Robinson *et al.*, 1981).

Los pectínidos son organismos suspensívoros que en general se alimentan de detritos y fitoplancton (Bricelj y Shumway, 1991). La dieta de la vieira patagónica se compone principalmente de diatomeas de los géneros *Paralia* y *Thalassiosira* (Schejter, 2000).

En esta especie el desove tiene lugar desde comienzos de la primavera hasta principios del otoño en la Unidad de Manejo (UM) B (Banco Reclutas, Campodónico *et al.*, 2001), época en la que ocurre el máximo crecimiento muscular (Valero, 2002). Según Barber y Blake (1991), el glucógeno es la principal reserva energética relacionada con la gametogénesis y, en el caso de los pectínidos, este se acumula en el músculo aductor, por lo que podría interpretarse que el proceso de maduración de las células sexuales tiene lugar a expensas de la energía aportada por el callo. Este proceso presenta implicancias pesqueras debido a que las variaciones estacionales en el peso del músculo aductor se ven reflejadas en el rendimiento del callo como producto final.

En el presente trabajo se analizaron las variaciones estacionales de los índices gonadal y muscular en relación al ciclo reproductivo y al almacenamiento de reservas energéticas de *Z. patagonica*, en la zona de exclusión pesquera de la UM B. Complementariamente se analizaron las varia-

ciones mensuales en el índice de rendimiento del callo (IR).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio está basado en muestreos mensuales realizados entre octubre de 1999 y febrero de 2001 en un área de exclusión pesquera de aproximadamente 219 km² ubicada en la UM B (ex Banco Reclutas). La misma se encuentra delimitada por las coordenadas 39° 20' S-56° 00' W y 39° 30' S-55° 52' W, con una profundidad media de 104 m (Figura 1).

Las muestras se colectaron a bordo del BIP "Capitán Cánepa" empleando una rastra no selectiva (Lasta y Bremec, 1997) de 2,5 m de largo de percha y 3 m de longitud total. De cada individuo (n = 1.368) se obtuvo el alto total (AT) de valva (medido con calibre al milímetro inferior) y el peso

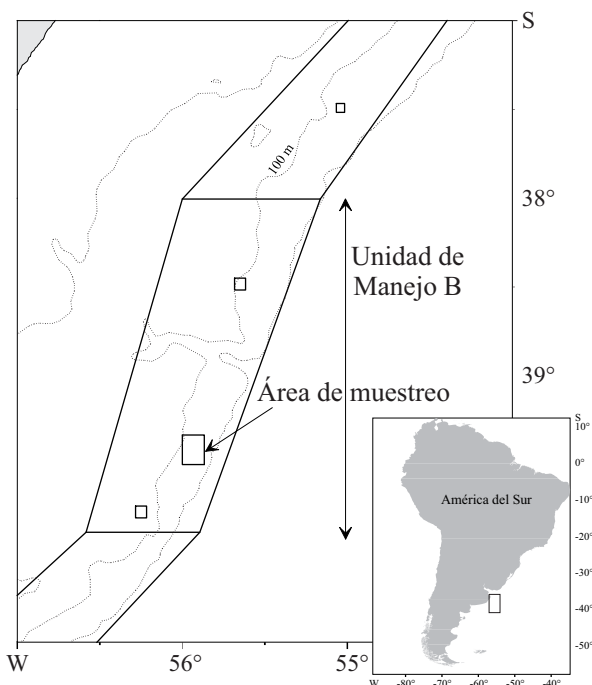


Figura 1. Área de muestreo en la Unidad de Manejo B.
Figure 1. Sampling area in Management Unit B.

húmedo del músculo (PHM) y de la gónada (PHG) por medio de una balanza electrónica ($\pm 0,01$ g). Se compararon los coeficientes b de la relación entre PHG y AT para los meses de junio (época de recuperación gonadal y máximo crecimiento) y diciembre (etapa de desove y mínimo crecimiento) mediante la prueba de Fomby (Fomby *et al.*, 1984).

Índices de condición relativa gonadal (ICRG) y muscular (ICRM) e índice de rendimiento (IR)

Los valores de condición de gónada y músculo se estimaron por medio de un índice de condición relativo. Para su cálculo se emplearon ejemplares adultos, sexualmente maduros, siendo la talla de primera madurez sexual de 36 mm de AT (Campodónico *et al.*, 2008). Las relaciones entre talla y masa (M) resultan de:

$$M = a \times AT^b$$

Se realizó un análisis de regresión lineal previa transformación logarítmica de los datos:

$$\log(M) = a + b \times (\log(AT))$$

donde M en un caso es el PHG y en otro el PHM.

Los valores mensuales de condición gonadal se analizaron utilizando el índice de condición gonadal:

$$ICRG = PHG / AT^b$$

Los valores mensuales de condición muscular se analizaron utilizando el índice de condición muscular:

$$ICRM = PHM / AT^b$$

donde b es la pendiente de la regresión lineal.

Luego este índice se normalizó (Campodónico *et al.*, 2008) de acuerdo con:

$$ICR = (IC - IC \text{ medio}) / (SD \text{ del } IC)$$

donde IC es índice de condición y SD es el desvío estándar.

Se calculó el índice de rendimiento (modificado a partir de Hickman e Illingworth, 1980):

$$IR = PHM / PT$$

donde PT es el peso total del individuo sin epibiontes.

Para analizar la variabilidad de los ICRG e ICRM a lo largo del tiempo se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis utilizando las estaciones del año como factor. Se utilizó una prueba no paramétrica ya que no se cumplieron los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad. Para el caso del IR, la variabilidad en el tiempo se analizó mediante un ANOVA utilizando los meses de muestreo como factor.

Composición proximal

A partir de las muestras de los meses de marzo, mayo, julio, agosto, septiembre y diciembre de 2000 y febrero de 2001 se obtuvieron datos de composición proximal (porcentaje del componente sobre peso de tejido húmedo) para el callo y partes blandas (PB) (que incluye todos los tejidos somáticos excepto el callo). En este trabajo se considera que las variaciones en peso y composición proximal en partes blandas son atribuibles principalmente a variaciones en peso y composición proximal en la gónada. Este tejido es el principal responsable del cambio estacional en peso y composición proximal de las PB (información no publicada). Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Calidad y Servicios Referenciales del Centro de Investigaciones en Tecnología Pesquera (CITEP, Mar del Plata).

Los lípidos se determinaron con material fresco homogenizado usando Soxhlet (Pearson, 1976). El contenido de glucógeno se determinó colorimétricamente usando reactivo de Antrona, de acuerdo con los métodos descriptos por Fraga (1956), mientras que el contenido de proteínas se

midió por medio del método de Lowry (Lowry *et al.*, 1951). Finalmente, se graficaron los porcentajes de glucógeno, lípidos y proteínas en función del tiempo para detectar posibles patrones. Además, se compararon los valores de estas variables entre músculo y partes blandas mediante ANOVAs (Zar, 1999).

RESULTADOS

Se examinaron 1.368 individuos con un AT comprendido entre 55 y 61 mm y un promedio de $57,62 \pm 1,67$ mm. El rango del PHM fue $1,59-4,89$ g y el promedio fue $3,14 \pm 0,55$ g. El rango del PHG fue $0,08-2,32$ g y el promedio fue $0,57 \pm 0,35$ g.

En la Figura 2 se presentan para los meses de junio (época de recuperación gonadal y máximo crecimiento) y diciembre (etapa de desove y mínimo crecimiento), la relación existente entre el PHG y el AT. Para el mes de junio, el coeficiente b de la relación entre peso y AT resultó superior a la de diciembre (u de Fomby = 20,01; $p < 0,01$).

El patrón temporal para ICRG muestra los valores medios más altos en los meses de invierno y comienzos de primavera (julio, agosto, septiembre), mientras que los más bajos coincidieron con la época estival y de principios de otoño (enero, febrero, marzo, abril) (Kruskal-Wallis, $H = 206,76$; $p < 0,01$) (Figura 3 A).

El ICRM presenta un comportamiento contrario al del ICRG, ya que los valores más elevados se registraron durante los meses de verano y los más bajos durante el invierno, cuando el músculo pesa menos (Kruskal-Wallis, $H = 114,81$; $p < 0,01$) (Figura 3 B).

El IR presentó variaciones a lo largo del tiempo (ANOVA, $F = 51,54$; $p < 0,01$). Los valores más altos se registraron en los meses de verano indicando que durante estos meses el rendimiento del callo es mayor que en los meses de invierno (Figura 4).

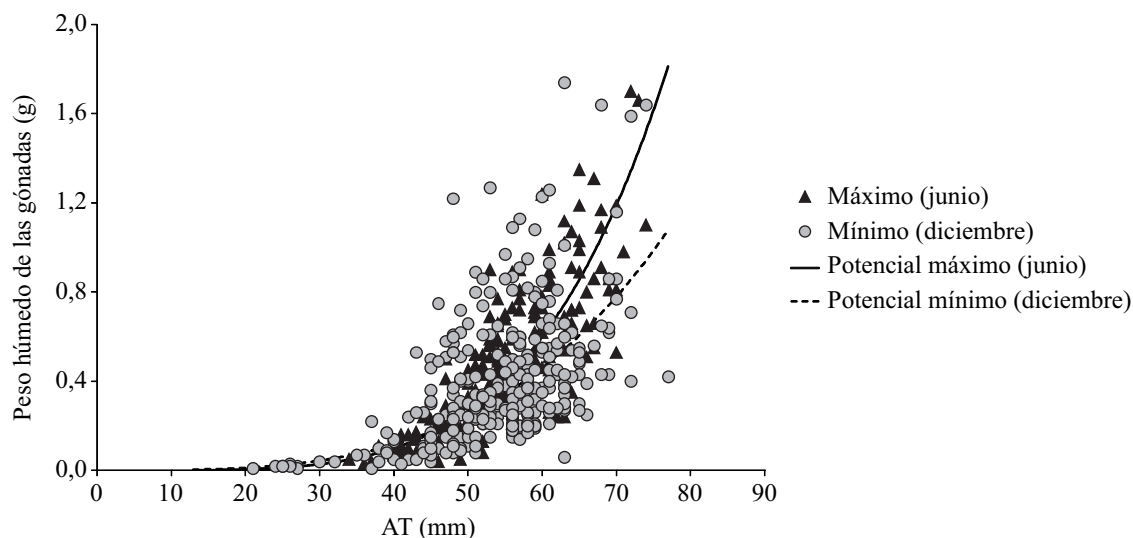


Figura 2. Peso húmedo de las gónadas en relación con el alto total (AT) de la valva para los meses de máximo y mínimo crecimiento.
 Figure 2. Gonads wet weight in relation to the total height (AT) of shell for the months of maximum and minimum growth.

En la Figura 5 se muestran las variaciones de glucógeno, lípidos y proteínas, tanto para el callo como para las partes blandas a lo largo del tiempo. El glucógeno contenido en el músculo aductor y los lípidos, tanto del callo como de las PB, presentaron cambios estacionales apreciables (Figura 5 B y D). Sin embargo, el contenido de proteínas en ambos tejidos presentó leves variaciones estacionales (Figura 5 C). De los tres componentes analizados, las proteínas representan el mayor porcentaje tanto en músculo como en PB. Por otro lado, el callo presentó mayor cantidad de glucógeno y proteínas que las partes blandas (glucógeno: ANOVA, $F = 17,98$; $p < 0,01$ y proteínas: ANOVA, $F = 49,60$; $p < 0,01$). El porcentaje de lípidos hallado en el callo fue menor al encontrado en las partes blandas en todas las muestras analizadas (lípidos: ANOVA, $F = 16,47$; $p < 0,01$).

La cantidad de glucógeno contenida en el músculo presentó valores mínimos durante el período de recuperación gonadal (invierno) y dos picos de valores máximos antes y después de este evento (fines de marzo y diciembre respectivamente). En las partes blandas se observó un comportamiento similar al registrado en el callo, con valores míni-

mos durante julio y máximo en diciembre, si bien el contenido de glucógeno en este tejido fue considerablemente más bajo (Figura 5 D).

Los lípidos musculares y de las partes blandas se comportaron de manera similar, disminuyendo hacia fines del verano hasta alcanzar uno de los valores mínimos del año en julio. Durante el mes de agosto se observó una recuperación en los porcentajes de este componente en ambos tipos de tejidos, decayendo otra vez hacia el mes siguiente, a partir del cual los valores aumentaron hasta llegar a los más elevados del año correspondientes a la temporada estival. Sin embargo, en febrero de 2001 se observó que el contenido de lípidos de las PB no se incrementó respecto del registro anterior (diciembre de 2000) contrariamente a lo sucedido en el callo (Figura 5 B).

En cuanto a las proteínas (Figura 5 C) las fluctuaciones no resultaron tan marcadas como en el caso de los lípidos. En las partes blandas se observaron los porcentajes más bajos durante los meses de invierno, incrementando hacia fines de primavera y disminuyendo nuevamente a mediados del verano. En el caso del músculo aductor, el contenido de proteínas presentó su máximo valor

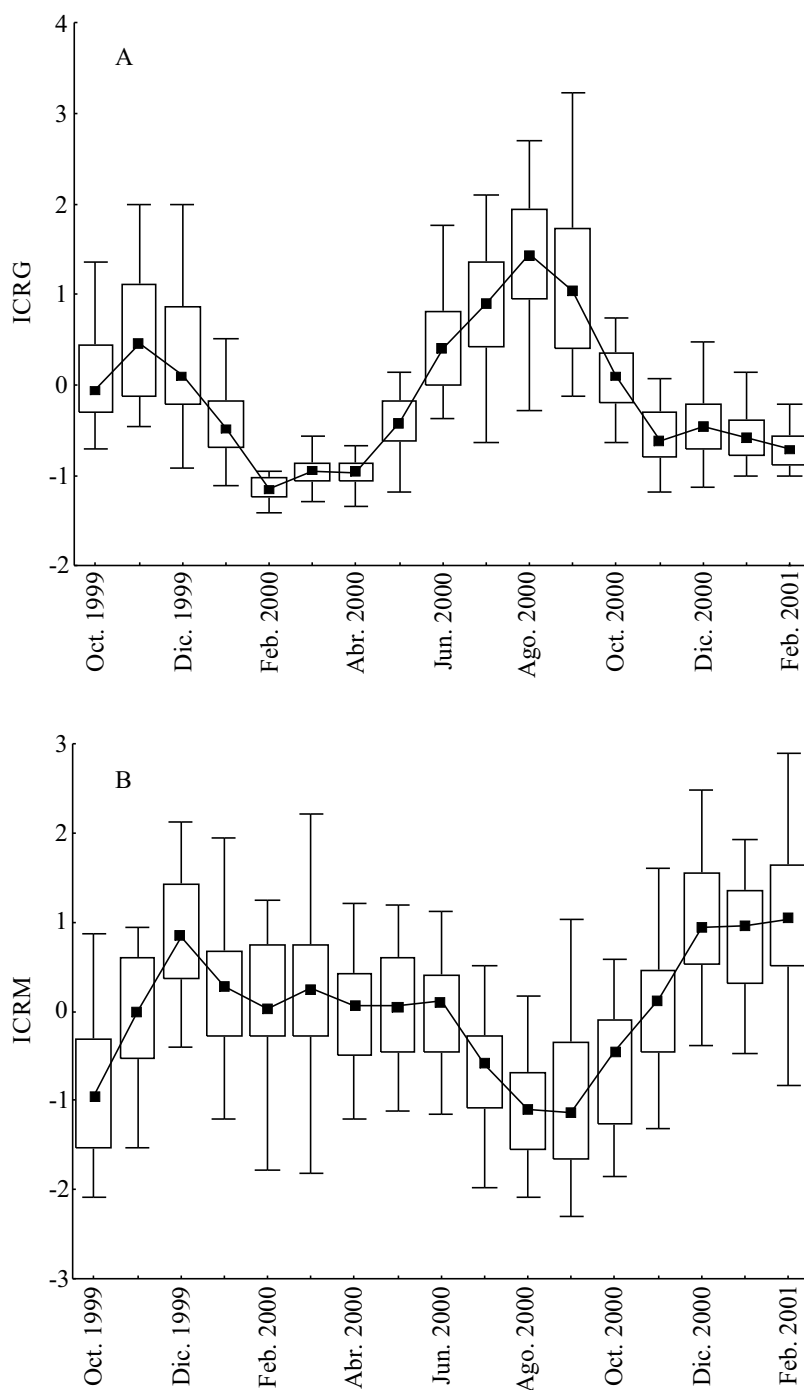


Figura 3. Variación del índice de condición relativa gonadal (ICRG) (A) e índice de condición relativa muscular (ICRM) (B) a lo largo del periodo de muestreo. Cuadrado negro: mediana, caja: 25-75%, barras: rango.

Figure 3. Variation of the gonadal relative condition index (ICRG) (A) and muscular relative condition index (ICRM) (B) along the sampling period. Black square: median, box: 25-75%, bars: range.

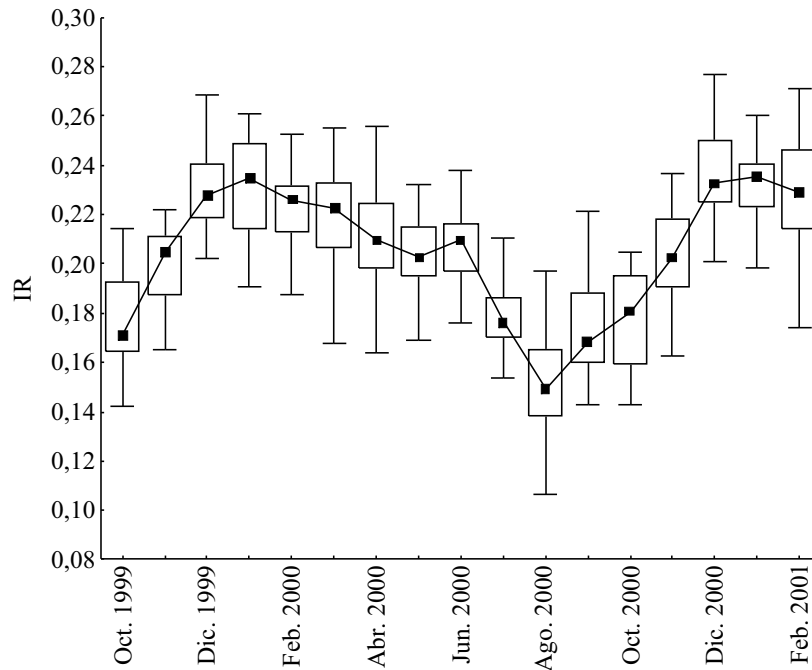


Figura 4. Variación del índice de rendimiento (IR) a lo largo del período de muestreo. Cuadrado negro: mediana, caja: 25-75%, barras: rango.

Figure 4. Variation of the output index (IR) along the sampling period. Black square: median, box: 25-75%, bars: range.

en marzo de 2000, decayendo en mayo, incrementándose ligeramente en julio y disminuyendo nuevamente durante los dos meses siguientes. A principio de primavera aumentaron los valores hasta febrero de 2001, pero sin alcanzar el alto porcentaje obtenido en marzo de 2000. Aunque el contenido de proteínas en el callo no muestra una marcada variación estacional, los valores más elevados corresponden a los meses de verano (Figura 5 C).

DISCUSIÓN

El proceso de maduración sexual representa una canalización energética de gran importancia en el ciclo de vida de los organismos, ya que los requerimientos energéticos para actividades reproductivas limitan la disponibilidad de los

recursos previamente utilizados para crecimiento y otras funciones (Bernardo, 1993).

En *Z. patagonica*, durante los meses de primavera-verano (época de desove), se observó un incremento del ICRM conjuntamente con la disminución del ICRG, en cambio durante el otoño-invierno (recuperación gonadal) se presentó la situación inversa. Esta alternancia entre los ICRM y ICRG fue observada también por Lasta *et al.* (2001). La disminución del índice de uno o más tejidos somáticos en concordancia con el crecimiento de la gónada, sugiere que la utilización de reservas almacenadas está relacionada con el proceso reproductivo.

La superposición de los distintos estadios reproductivos durante diciembre, se manifestó con la mayor dispersión de los datos (Figura 2), principalmente en los meses de desove, en que se registraron ejemplares tanto en maduración intermedia y avanzada como en distintos niveles de evacua-

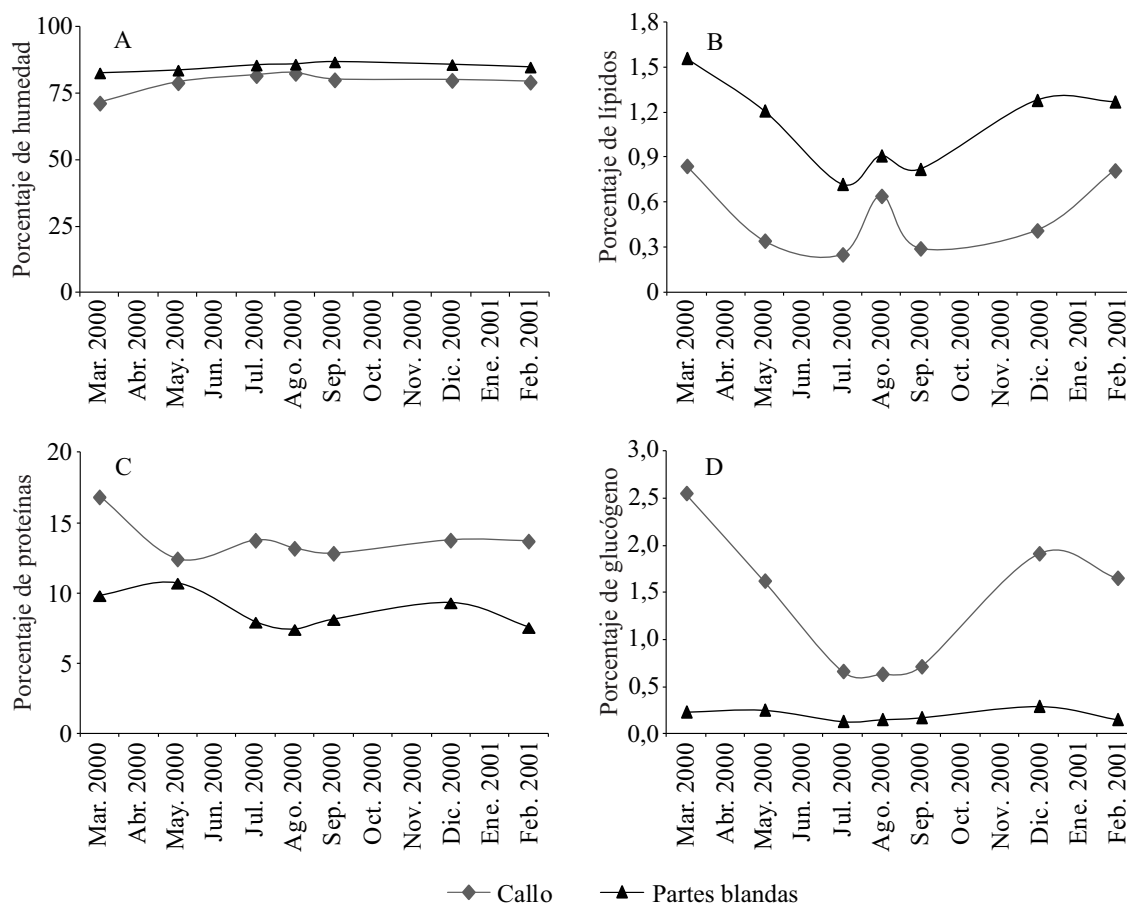


Figura 5. Variación de los porcentajes de humedad (A), lípidos (B), proteínas (C) y glucógeno (D) tanto para el callo como para las partes blandas a lo largo del año.

Figure 5. Variation of water content percentages (A), lipids (B), proteins (C) and glycogen (D) for the callus and soft tissues throughout the year.

ción. Esto pone de manifiesto la desincronización que presenta la vieira patagónica en el ciclo gametogénico (Campodónico *et al.*, 2001, 2008).

Algunas especies presentan una disminución en el peso del músculo, en concordancia con el desarrollo de la gametogénesis y el incremento del peso de la gónada (Comely, 1974; Taylor y Venn, 1979). Para el caso de la vieira patagónica, este patrón parece hacerse extensivo para los bancos de pesca asociados al talud (Lasta y Bremec, 1995). En estas agrupaciones los rendimientos de callo presentan valores máximos entre los meses de enero y abril (época de puesta y postpuesta) y

mínimos en octubre (recuperación gonadal previa al desove).

El ciclo reproductivo de los pectínidos está fuertemente influenciado por factores ambientales, como la disponibilidad de alimento y la temperatura, y por las características genéticas de cada especie (Barber y Blake, 1991). Vahl (1978) sostiene que en las poblaciones que habitan zonas donde la temperatura es continuamente baja, esta variable no parece ser el factor determinante en cuanto a la influencia en la reproducción de estas especies. En el área de estudio la temperatura tiene muy poca variación, oscilando entre un

máximo cercano a los 7 °C a principio de invierno (junio) y un mínimo de 6 °C durante el verano (enero) (Baldoni y Guerrero, 2000). Sobre la base de estas condiciones, y debido a que el desarrollo de gametas es un proceso energéticamente costoso que depende en gran medida de la movilización de nutrientes, puede pensarse que la disponibilidad de alimento y de reservas energéticas condicionaría la reproducción en esta especie.

En relación con lo antes mencionado, cabe aclarar que el ciclo de crecimiento anual del fitoplancton está caracterizado por dos picos bien definidos: un pico principal durante la primavera (octubre y noviembre), y otro secundario durante el otoño, en los que se registran altas concentraciones de clorofila *a* en el área de la UM B (Carreto *et al.*, 1995).

El movimiento vertical de partículas en la columna de agua es de gran importancia para aquellos animales que habitan lejos de la zona fótica (Valiela, 1995). En noviembre se registra la mayor abundancia de células de fitoplancton en los contenidos estomacales de vieira patagónica (Schejter, 2000), coincidiendo con el comienzo de la estratificación vertical de la columna de agua por la formación de una termoclina ubicada entre los 30 y 40 m de profundidad. Esto indicaría que el nivel de estratificación observado en el área de la UM B durante noviembre permite una transferencia de alimento hacia el fondo. La sedimentación de fitoplancton actuaría como una "inyección de energía" en la fauna bentónica propiciando el desarrollo de procesos biológicos (Smetacek, 1982), como el desove de *Z. patagonica*, que comienza a principio de primavera. Sin embargo, durante el verano, la estratificación de la columna de agua es pronunciada (Baldoni y Guerrero, 2000), hecho que limitaría el transporte de fitoplancton al fondo.

Según Barber y Blake (1991) el aporte de nutrientes puede ser obtenido desde los alimentos recientemente ingeridos o puede provenir de reservas acumuladas durante períodos de reposo reproductivo. En el caso de los pectínidos, los principa-

les órganos de almacenamiento son la glándula digestiva, donde principalmente se acumulan lípidos, y el músculo aductor, donde la sustancia de reserva más importante es el glucógeno.

Las variaciones estacionales de estos constituyentes bioquímicos permitirían conocer el momento en el cual son requeridos y almacenados por el organismo a lo largo de su ciclo reproductivo. En *Z. patagonica* el contenido de glucógeno en el músculo es mínimo durante los meses de invierno, en los que tiene lugar el proceso de recuperación gonadal. A lo largo de este período se observó también una disminución en el peso del callo, conjuntamente con el incremento del peso de la gónada. Esta alternancia en el peso de los mencionados tejidos, en coincidencia con la disminución del glucógeno muscular podría indicar una movilización de este componente bioquímico desde el callo hacia la gónada para su empleo en la formación y desarrollo de las gametas.

De acuerdo con Barber y Blake (1981), quienes estudiaron el almacenamiento de energía en *Argopecten irradians concentricus*, la utilización de las reservas energéticas (principalmente glucógeno y proteínas) del músculo por parte de la gónada resulta evidente durante el desarrollo de las gametas, proceso durante el cual el índice muscular decae bruscamente en tanto el índice gonadal alcanza su valor máximo. Sin embargo, los índices de la glándula digestiva y del manto sufrieron sólo ligeras variaciones. A través de marcajes radioactivos se ha mostrado que las moléculas nutritivas son almacenadas en el músculo aductor y en la glándula digestiva antes de comenzar la gametogénesis, y existe una transferencia hacia la gónada durante el crecimiento de los gametos (Sastry y Blake, 1971; Barber y Blake, 1985).

La gametogénesis en algunas especies tiene lugar durante los meses de invierno, cuando la disponibilidad de alimento es baja. Las reservas metabólicas en el músculo aductor son de gran importancia no sólo por mantener al animal en esta época de baja disponibilidad de alimento

sino que también por proveer la energía necesaria para el desarrollo de los gametos. Así, el peso del callo y su contenido de carbohidratos y proteínas muestran una relación inversa con el de la gónada, decreciendo en el músculo durante el invierno, mientras que se incrementan en la gónada (Comely, 1974; Taylor y Venn, 1979).

Aun cuando para *Z. patagonica* la variación estacional de proteínas en el callo no está claramente definida, existe una tendencia hacia valores más elevados en los meses de verano y más bajos durante el invierno, cuando tiene lugar el desarrollo y crecimiento de las gametas, coincidiendo con lo registrado por otros autores (Taylor y Venn, 1979; Barber y Blake, 1981; Park *et al.*, 2001). Asimismo, el IR está directamente relacionado con la época de desove, registrando los mayores valores durante los meses de verano. Esto se traduciría en una mejor condición del callo.

En resumen, debido a la limitación en la disponibilidad de alimento durante el evento reproductivo producto de la estratificación de la columna de agua, la especie estaría sustentando el gasto energético que requiere la producción de gametas a través de la utilización de reservas bioquímicas acumuladas en otros tejidos. Cabe aclarar que están en desarrollo estudios sobre variación en la composición proximal tratando por separado el tejido gonadal de las partes blandas.

CONCLUSIONES

- ICRG e ICRM muestran un comportamiento inverso, incrementándose el primero en los meses de invierno (cuando decrece el ICRM) y disminuyendo en verano (cuando el músculo aductor presenta su máximo rendimiento).
- El glucógeno es el constituyente bioquímico del músculo que presenta mayor variación a lo largo del año.
- Los porcentajes más bajos de glucógeno en el músculo aductor se registraron durante los

meses de invierno, aumentando hacia el verano. Esto indicaría una transferencia del mismo desde el callo hacia otras partes del cuerpo (gónadas).

- Los porcentajes más bajos de glucógeno muscular se registran en la misma época que los valores más elevados de ICRG. Esto podría estar indicando una movilización de este componente bioquímico desde el callo hacia la gónada, aportando a este tejido la energía necesaria para el desarrollo de las gametas y el desove.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHA, E.M., MIANZAN, H.W., GUERRERO, R.A., FAVERO, M. & BAVA, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America. Physical and ecological processes. *J. Mar. Syst.*, 44: 83-105.
- BALDONI, A. & GUERRERO, R. 2000. Seasonal Pattern of temperature over the outer shelf of the Argentinean Basin. En: IV Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, 11-15 de septiembre. Puerto Madryn, Argentina, Resúmenes: 36.
- BARBER, B.J. & BLAKE, N.J. 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 52: 121-134.
- BARBER, B.J. & BLAKE, N.J. 1985. Intra-organ biochemical transformations associated with oogenesis in the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus* (Say), as indicated by ¹⁴C incorporation. *Biol. Bull.*, 168: 39-49.
- BARBER, B. & BLAKE, N.J. 1991. Reproductive physiology. En: SHUMWAY, S.E. (Ed.) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Dev. Aquacul. Fish. Sci., 21: 377-428.
- BAYNE, B.L. & NEWELL, R.C. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. En: SALEUDDIN, A.S.M. & WILBUR, K.M. (Eds.). *The Mollusca, Physiology*, Vol. 4, Part. 1. Academic Press, Nueva York: 407-515.

- BAYNE, B. & WORRAL, C. 1980. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3: 317-328.
- BERNARDO, J. 1993. Determinants of maturation in animals. *Trends Ecol. Evol.*, 8: 166-173.
- BOGAZZI, E., BALDONI, A., RIVAS, A., MARTOS, P., RETA, R., ORENSANZ, J.M., LASTA, M., DELL'ARCIPIRETE, P. & WERNER, F. 2005. Spatial correspondence between areas of concentration of Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) and frontal systems in the southwestern Atlantic. *Fish. Oceanogr.*, 14: 359-376.
- BRICELJ, V.M. & SHUMWAY, S.E. 1991. Physiology: Energy acquisition and utilization. En: SHUMWAY, S. (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Equaculture*. Elsevier, Nueva York: 305-346.
- CAMPODÓNICO, S. & HERRERA, S. 2012. Vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*): estadísticas de la pesquería correspondientes al año 2011. *Inf. Téc. Of. INIDEP N° 6/2012*, 11 pp.
- CAMPODÓNICO, S., MACCHI, G. & LASTA, M. 2001. Ciclo reproductivo de la vieira patagónica *Zygochlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) en el Banco Reclutas, Argentina. *Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 80/2001*, 15 pp.
- CAMPODÓNICO, S., MACCHI, G., LOMOVASKY, B. & LASTA, M. 2008. Reproductive cycle of the patagonian scallop *Zygochlamys patagonica* in the SW Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 88 (3): 603-611.
- CARRETO, J.I., LUTZ, V., CARIGNAN, M.O., CUCCHI COLLEONI, A.D. & DE MARCO, S.G. 1995. Hydrography and chlorophyll a in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian Sea. *Cont. Shelf Res.*, 15: 315-336.
- CIOCCO, N. 1998. Observaciones sobre la ecología del molusco bivalvo *Chlamys tehuelchus* (d'Orb.) en el Golfo San José, Chubut, Argentina. *Neotrópica*, 34: 3-22.
- COMELY, C.A. 1974. Seasonal variations in the flesh weights and biochemical content of the scallop *Pecten maximus* L. in the Clyde Sea area. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 35: 281-295.
- FOMBY, T.B., CARTER HILL, R. & STANLEY, J. 1984. *Advanced econometric methods*. Springer Verlag, Berlín, 624 pp.
- FRAGA, F. 1956. Determinación de glucógeno en moluscos con reactivo de antrona. *Inv. Pesq.*, 3: 69-74.
- HICKMAN, R. & ILLINGWORTH, J. 1980. Condition cycle of the green lipped mussel *Perna canaliculus*, in New Zealand. *Mar. Biol.*, 60: 27-38.
- LASTA, M. & BREMEC, C. 1995. Investigación sobre vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*). *Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 1026/1995*, 49 pp.
- LASTA, M. & BREMEC, C. 1997. *Zygochlamys patagonica* (King & Broderip, 1832): development of a new scallop fishery in the southwestern Atlantic Ocean. En: XI International Pectinid Workshop, La Paz, México, April 10-15: 138-139.
- LASTA, M. & BREMEC, C. 1998. *Zygochlamys patagonica* in the Argentine Sea: a new scallop fishery. *J. Shellfish Res.*, 17: 103-111.
- LASTA, M., VALERO, J., BREY, T. & BREMEC, C. 2001. *Zygochlamys patagonica* beds on the Argentinian shelf. Part II: Population dynamics of *Z. patagonica*. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 49 (2): 125-137.
- LOWRY, O., ROSEBROUGH, A., FARR, A. & RALDALL, L. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275.
- MAGYP (MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA). 2011. Informe de coyuntura. Diciembre de 2011. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección Nacional de Planificación Pesquera, Dirección de Economía Pesquera, Coordinación de Gestión de Pesquerías, 21 pp.
- NASCIMENTO, I. & PEREIRA, F. 1980. Changes in the condition index for mangrove oyster (*Cras-*

- sostrea rhizophorae*) from Todos os Santos Bay, Salvador, Brazil. *Aquaculture*, 20: 9-15.
- PARK, M.S., KANG, C.K. & LEE, P.Y. 2001. Reproductive cycle and biochemical composition of the ark shell *Scapharca broughtonii* (Scherenck) in a southern coastal bay of Korea. *J. Shellfish Res.*, 20 (1): 177-184.
- PEARSON, D. 1976. The chemical analysis of foods. Churchill Livingstone, Londres, 575 pp.
- RIESTRA, G. & BAREA, L. 2000. La pesca exploratoria de la vieira *Zygochlamys patagonica* en aguas uruguayas. En: REY, M. (Ed.). Recursos Pesqueros no Tradicionales: Moluscos Bentónicos Marinos. INAPE/PNUD (Uruguay), Technical Report: 145-152.
- ROBINSON, W.E., WEHLING, W.E., MORSE, M.P. & MCLEOD, G.C. 1981. Seasonal changes in soft-body component indices and energy reserves in the Atlantic deep-sea scallop, *Placopecten magellanicus*. *Fish. Bull.*, U.S., 79: 449-458.
- SASTRY, A. & BLAKE, N. 1971. Regulation of gonad development in the bay scallop *Aequipecten irradians* (Lamarck). *Biol. Bull.*, 140: 274-283.
- SCHJEJTER, L. 2000. Alimentación de la vieira patagónica *Zygochlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) en el Banco Reclutas (39°S-55°W) durante un período anual. Seminario de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 42 pp.
- SMETACEK, V. 1982. The supply of food to the benthos. En: FASHMAN, M.J.R. (Ed.). Flows of energy and materials in marine ecosystems. Theory and Practice. Plenum Press, Nueva York: 517-547.
- TAYLOR, A.C. & VENN, T.J. 1979. Seasonal variations in weight and biochemical composition of tissues of the queen scallop *Chlamys operculatis* from Clyde Sea area. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 59: 605-621.
- VAHL, O. 1978. Seasonal changes in oxygen consumption of the iceland scallop (*Chlamys islandica* (O. F. Müller)) from 70°. *Ophelia*, 17 (1): 143-154.
- VALERO, J.L. 2002. Analysis of temporal and spatial variation in growth and natural mortality estimation with an integrated dynamic model in the Patagonian Scallop (*Zygochlamys patagonica*). M.Sc. Thesis, School of Aquatic and Fishery Sciences University of Washington, Seattle, 154 pp.
- VALIELA, I. 1995. Marine Ecological Processes. Springer-Verlag, Nueva York, 686 pp.
- VALLADARES, C. & ANDRADE, S. 1991. Estado actual de los bancos naturales de ostiones en los fiordos Brookes y S. Palma. En: ANDRADE, B.S., BONICOLI, D., VALLADARES, M.C., SCABINI, V., CORMACK, A., PARADA, G., MUTSUMOTO, H., PERES, S., PINTO, M. & TECAY, V. (Eds.). Estudios de repoblamiento del ostión del sur, XII Región de Magallanes, Chile. Informe Facultad de Ciencias 2, Universidad Magallanes, Punta Arenas, 28 pp.
- WALOSZEK, D. 1984. Variabilität, taxonomie und Verbreitung von *Chlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) und Abnerkungen zu weiteren *Chlamys*-Arten von der Südspitze Süd-Amerikas (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae). *Verhandlungen naturwiss. Ver. Hamburg*, (NF) 27: 207-276.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Nueva Jersey, 662 pp.

Recibido: 27-09-2013

Aceptado: 10-09-2014