

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DEL SALMÓN DE MAR (*Pseudoperca semifasciata*)
EN AGUAS COSTERAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES DURANTE EL
PERÍODO 2012-2014*

SOFÍA LÓPEZ¹ y MARÍA I. MILITELLI^{1,2}

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1,
Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina

correo electrónico: slopez@inidep.edu.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

RESUMEN. Se analizó la actividad reproductiva del salmón de mar (*Pseudoperca semifasciata*) en aguas costeras bonaerenses cercanas al puerto de Quequén/Necochea. El material provino de muestreos de desembarques realizados por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) en el período 2012-2014. El estudio de los estadios de madurez gonadal permitió determinar que la época reproductiva de la especie en el área se extiende desde agosto hasta febrero, con un marcado aumento del índice gonadosomático y la presencia de hembras en puesta o con folículos postovulatorios, indicadores de desoves recientes. La fecundidad parcial, que mostró una relación positiva con la talla y el peso de las hembras libre de ovarios, tuvo un valor medio de 93.483 ovocitos hidratados. La fecundidad relativa varió entre 18 y 51 ovocitos por gramo de hembra libre de ovarios y mostró una relación lineal negativa con la talla y el peso. El peso seco y diámetro de los ovocitos hidratados y de la gota oleosa no se relacionaron de forma significativa con las características maternas. Los mayores desembarques, que se produjeron en marzo, septiembre y octubre, mostraron que los dos últimos meses coincidieron con el momento de mayor actividad reproductiva de la especie.

Palabras clave: *Pseudoperca semifasciata*, reproducción, fecundidad, Quequén/Necochea.

REPRODUCTIVE ACTIVITY OF THE ARGENTINE SANDPERCH
(*Pseudoperca semifasciata*) IN COASTAL WATERS OFF THE BUENOS AIRES
PROVINCE DURING THE 2012-2014 PERIOD

SUMMARY. The reproductive activity of Argentine sandperch (*Pseudoperca semifasciata*) in the Buenos Aires Province coastal waters close to the Quequén/Necochea port was analyzed. The material derived from landing samplings performed by the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) in the 2012-2014 period. The study of gonadal maturity stages allowed to determine that the species reproductive time in the area extends from August through February, with a marked increase of the gonadosomatic index and the presence of females in spawning activity or with postovulatory follicles, indicators of recent spawnings. Batch fecundity, that showed a positive relationship with the length and weight of ovary-free females, had a mean value of 93,483 hydrated oocytes. Relative fecundity varied between 18 and 51 oocytes per gram of ovary-free female and showed a negative linear relationship with length and weight. The dry weight and diameter of hydrated oocytes and the oily drop did not relate to the maternal characteristics in a significant way. The largest landings, that took place in

*Contribución INIDEP N° 2064

March, September and October, showed that the last two months coincided with the time of the highest reproductive activity of the species.

Key words: *Pseudoperca semifasciata*, reproduction, fecundity, Quequén/Necochea.

INTRODUCCIÓN

La Familia Pinguipedidae (Osteichthyes, Perciformes) incluye seis géneros, alrededor de 50 especies marinas y una especie de agua dulce. En el Mar Argentino esta familia está representada por dos especies: el chanchito o turco *Pinguipes brasilianus* (Cuvier, 1829) y el salmón de mar *Pseudoperca semifasciata* (Cuvier, 1829) (Froese y Pauly, 2016).

El salmón de mar es un pez teleósteo demersal, longevo, endémico de aguas costeras del sudoeste del Océano Atlántico. Su distribución latitudinal está comprendida entre los 23° S en Brasil, hasta los 47° S en la Patagonia Argentina (Bellisio *et al.*, 1979; Menezes y Figueiredo, 1985). Es un desovante múltiple con baja fecundidad y una extensa temporada reproductiva; en la zona de Puerto Madryn, Argentina, los desoves se producen entre octubre y diciembre (Macchi *et al.*, 1995; González, 1998). Los machos pueden alcanzar una talla máxima de 140 cm y un peso de 37 kg, y las hembras pueden llegar a medir 125 cm y pesar 24 kg (González, 2006). Este dimorfismo sexual en el tamaño es bastante peculiar, ya que generalmente, cuando existe, las hembras alcanzan mayor tamaño (Moyle y Cech, 1982).

Se han descrito dos fenotipos cromáticos: el amarillo (*yellow type*) observado en hembras y en algunos machos, son de color gris pálido y con manchas amarillas en la cabeza, muy evidentes alrededor de los ojos, a lo largo del tronco y en las aletas pectorales. La cola presenta un borde amarillo con un parche negro muy visible en el centro. Por otro lado están los de fenotipo gris (*gray type*), observado exclusivamente en machos, pre-

sentan una coloración gris uniforme con tonos de color violeta oscuro en la zona de la boca y en las aletas pectorales (González y Macchi, 1995).

La presencia de estos dos tipos de patrones de coloración ha sido relacionada con la existencia de una estrategia reproductiva compleja, que incluiría posibles comportamientos miméticos y competencia entre machos (Macchi *et al.*, 1995; González, 1998, 2006; Venerus *et al.*, 2014).

El presente trabajo tiene como objetivo general el estudio del potencial reproductivo del salmón de mar en la zona de Necochea. Se estimó la fecundidad tanto parcial como relativa, el índice gonadosomático y la calidad ovocitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material provino de muestreos de desembarque mensuales realizados en el puerto de Quequén/Necochea durante el período 2012-2014 (Tabla 1). En ese período de tiempo operaron 13 embarcaciones, de rada o ría y costeras, en zonas cercanas a Quequén entre los 38,5° S y 39,5° S, comprendiendo la llamada zona “El Rincón” (39° S-41° S).

Las muestras fueron tomadas al azar, de cada ejemplar se registró el sexo, longitud total (LT), peso total (PT) y estadio de madurez macroscópico de los individuos. Para determinar el grado de madurez se empleó una escala de cinco estadios (Macchi y Díaz de Astarloa, 1996): I. Juvenil; II. Maduración; III. Puesta; IV. Pospuesta; V. Reposo (Tabla 2).

Para el estudio histológico se colectaron gónadas de 956 ejemplares (516 hembras y 440 machos) a lo largo de los meses muestreados. Las gónadas se conservaron en formol neutralizado al

Tabla 1. Desembarque de salmón de mar y número de ejemplares muestreados cada mes. Periodo 2012-2014.
 Table 1. Landing of Argentine sandperch and number of specimens sampled each month. 2012-2014 period.

Mes	Desembarque (t) 2012	Desembarque (t) 2013	Desembarque (t) 2014	Machos	Hembras
Enero	3,651	11,884	5,061	53	66
Febrero	5,316	10,399	4,542	63	117
Marzo	9,123	10,962	6,460	31	40
Abril	9,355	10,272	0,738	4	9
Mayo	10,640	3,650	8,157	32	10
Junio	1,080	3,981	2,410	5	6
Julio	4,605	5,193	2,845	9	5
Agosto	4,891	2,515	1,263	55	54
Septiembre	8,608	10,845	5,852	74	62
Octubre	20,886	13,990	6,915	58	70
Noviembre	11,814	1,457	4,182	37	44
Diciembre	4,736	0,090	0,639	19	33
Total	94,705	85,238	49,064	440	516

Tabla 2. Escala macroscópica de madurez gonadal aplicada al salmón de mar.
 Table 2. Macroscopic scale of gonadal maturity applied to Argentine sandperch.

Estadio	Hembras	Machos
I. Juvenil	Ovarios de tamaño reducido y translúcidos	Testículos filiformes
II. Maduración	Ovarios amarillos, con ovocitos vitelados	Testículos blanquecinos, sin esperma
III. Puesta	Ovarios amarillos, grandes, con ovocitos vitelados e hidratados	Testículos blancos con abundante esperma
IV. Pospuesta	Ovarios amarillentos, flácidos con ovocitos vitelados residuales y túnica engrosada	Testículos amarillentos con esperma residual
V. Reposo	Ovarios grisáceos sin ovocitos vitelados con la túnica albugínea engrosada	Testículos de poco volumen, amarillentos sin esperma

10%. Se registró el peso gonadal (PG) y se tomaron muestras de los mismos para la realización de preparaciones histológicas. Este material se deshidrató utilizando etanol, se aclaró en xilol y la inclusión se realizó en parafina. Se realizaron cortes al micrótopo con un espesor no mayor de

5 μm y la coloración se llevó a cabo con la técnica de hematoxilina-eosina.

A partir de las preparaciones histológicas se validaron los estadios asignados macroscópicamente. Los diagnósticos madurativos se realizaron teniendo en cuenta el grado de crecimiento de

los ovocitos, la presencia de folículos postovulatorios (FPO) y la incidencia de atresias.

Para el cálculo de fecundidad parcial (número de ovocitos expulsados en una puesta) y a los efectos de evitar subestimaciones, se utilizaron únicamente aquellos ovarios con ovocitos hidratados que no presentaban evidencias de desoves recientes ($n = 6$) (estadio III que no presentaran folículos postovulatorios). La estimación de esta variable se realizó por gravimetría (Hunter y Goldberg, 1980), para lo cual de cada ejemplar se tomaron tres porciones de tejido correspondientes a la parte anterior, media y posterior del mismo ovario seleccionado. Estas muestras fueron pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0,001 g; posteriormente se determinó el número de ovocitos hidratados en cada una mediante el conteo bajo lupa y se promediaron los valores obtenidos por unidad de peso (g). La fecundidad se calculó multiplicando el número de ovocitos hidratados por gramo de ovario por el PG correspondiente. Para poder comparar la fecundidad entre individuos o especies, se calculó la fecundidad relativa, que es el número de ovocitos hidratados por gramo de hembra libre de ovarios.

Las estimaciones de fecundidad (parcial y relativa) se relacionaron con las variables Talla (LT), PT (sin ovarios) y condición nutricional de las hembras mediante análisis de regresión. La condición nutricional, se estimó a partir del cálculo del factor de condición ($K = PT/LT^3 \times 100$) para cada hembra en cuyo ovario se hicieron los recuentos de ovocitos.

Como indicadores de la calidad de los huevos producidos se utilizó el peso seco ovocitario y el diámetro de la gota oleosa de los ovocitos hidratados, dado que ambas variables estarían relacionadas con el contenido de sustancias nutritivas del huevo que sirven como primera alimentación para las larvas. Se tomaron muestras de aproximadamente 50 ovocitos hidratados de los ovarios de cada una de las hembras seleccionadas para la estimación de la fecundidad, se midió el diámetro

de la gota oleosa mediante un programa analizador de imágenes (Micrometrics Standard Edition Premium 4) y se estimó la media correspondiente a cada ejemplar. Para la estimación del peso seco, los 50 ovocitos de cada ovario se secaron en estufa a 60 °C durante 24 h y posteriormente se pesaron en balanza analítica con una precisión de 0,001 g. Tanto el PS como el diámetro de la gota oleosa (GO) fueron relacionados con las características maternas (LT, PT, K) mediante regresión simple. Además, se relacionó el diámetro total de ovocitos hidratados con la talla, peso, K y peso seco. Las mediciones se efectuaron en lupa utilizando un aumento de 4X y el programa analizador de imágenes Micrometrics Standard Edition Premium 4.

Se estimó el índice gonadosomático (IGS) para machos y hembras a partir de la ecuación: $IGS = PG/PT \times 100$, se analizó su variación en función de los meses del año.

RESULTADOS

Ciclo reproductivo

El IGS presentó un rango de entre 0,784 y 3,72% para las hembras (Figura 1 A) y de entre 0,023 y 0,253% para los machos (Figura 1 B). En el caso de los machos el valor del índice se mantuvo por debajo de 1% durante todo el año. En el caso de las hembras se observó un aumento del IGS a partir de agosto, con los valores más altos entre septiembre (3,72%) y diciembre (2,97%), en los que además se encontraron hembras con FPO (remanentes de desoves recientes) o en maduración total (con ovocitos hidratados) (Figura 1 C). En junio se observó un segundo pico reproductivo con un valor de IGS más bajo (1,84%). En enero y febrero el IGS disminuyó, pero aún se encontraron hembras en estadio III. De marzo a mayo se observaron los valores más bajos del IGS para las hembras.

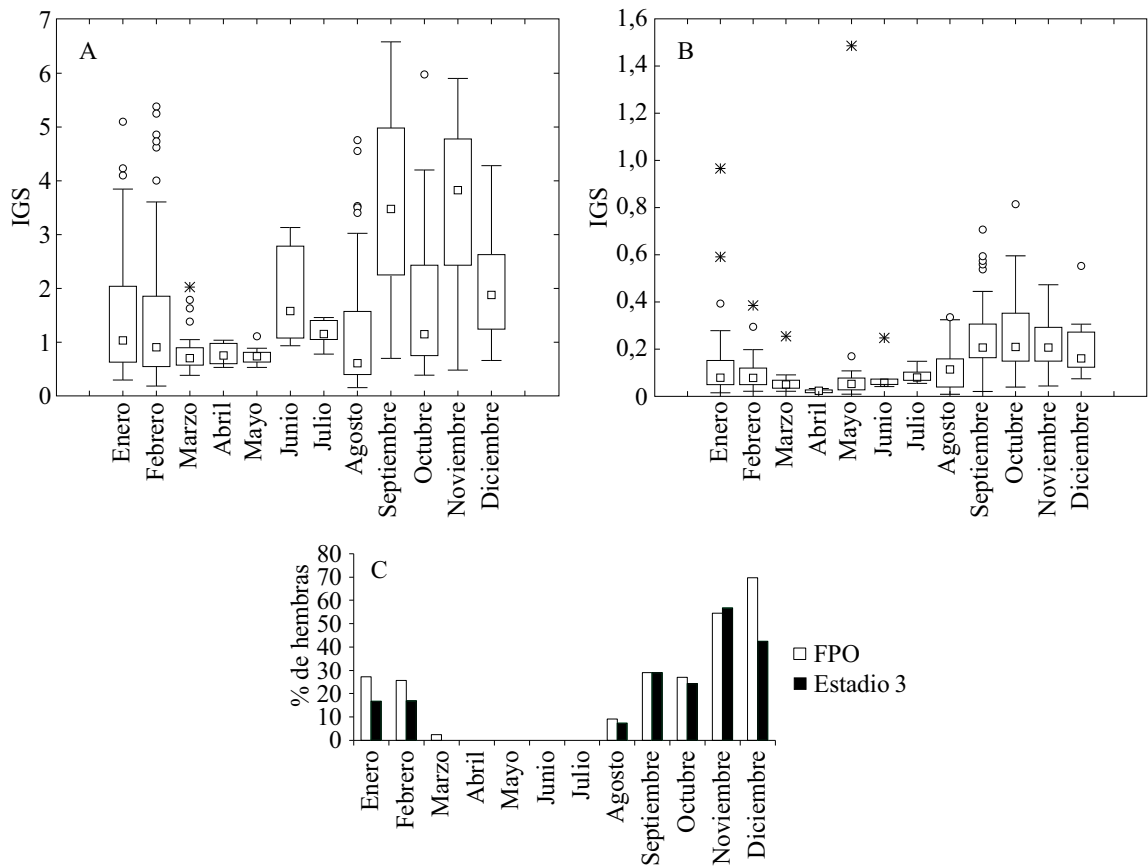


Figura 1. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) basado en un ciclo anual. *Boxplots* con la mediana, percentil 75 y 25. Las barras indican la desviación estándar. Círculos: valores atípicos; asteriscos: valores atípicos extremos. A) Hembras. B) Machos. C) Porcentaje de hembras con folículos postovulatorios (FPO) o en estadio III (desove inminente).
 Figure 1. Monthly variation of the gonadosomatic index (IGS) based on an annual cycle. *Boxplots* with the median, 75 and 25 percentile. The bars indicate the standard deviation. Circles: atypical values; asterisks: extreme atypical values. A) Females. B) Males. C) Percentage of females with postovulatory follicles (FPO) or in stage III (imminent spawning).

Fecundidad

Los valores de fecundidad parcial mostraron una relación positiva ($p < 0,05$) con la talla (LT) y el peso de las hembras libre de ovarios (Figura 2 A y B). La fecundidad parcial varió entre 20.636 y 141.398 ovocitos hidratados para un rango de tallas entre 44 y 86 cm de LT, con un valor medio de 92.483 ovocitos.

La fecundidad relativa varió entre 18 y 51 ovocitos hidratados por gramo de hembra, con un valor medio de 32 ± 11 ovocitos g^{-1} . Se observa-

ron relaciones lineales negativas ($p < 0,05$) entre la fecundidad relativa y la talla y entre la fecundidad relativa y el peso de las hembras libre de ovarios (Figura 2 C y D).

Calidad ovocitaria

El PS de 50 ovocitos hidratados presentó valores entre 1 y 2,4 mg. El valor medio obtenido fue de $1,73 \pm 0,41$ mg. No se observaron relaciones significativas entre esta variable y las características maternas (Figura 3).

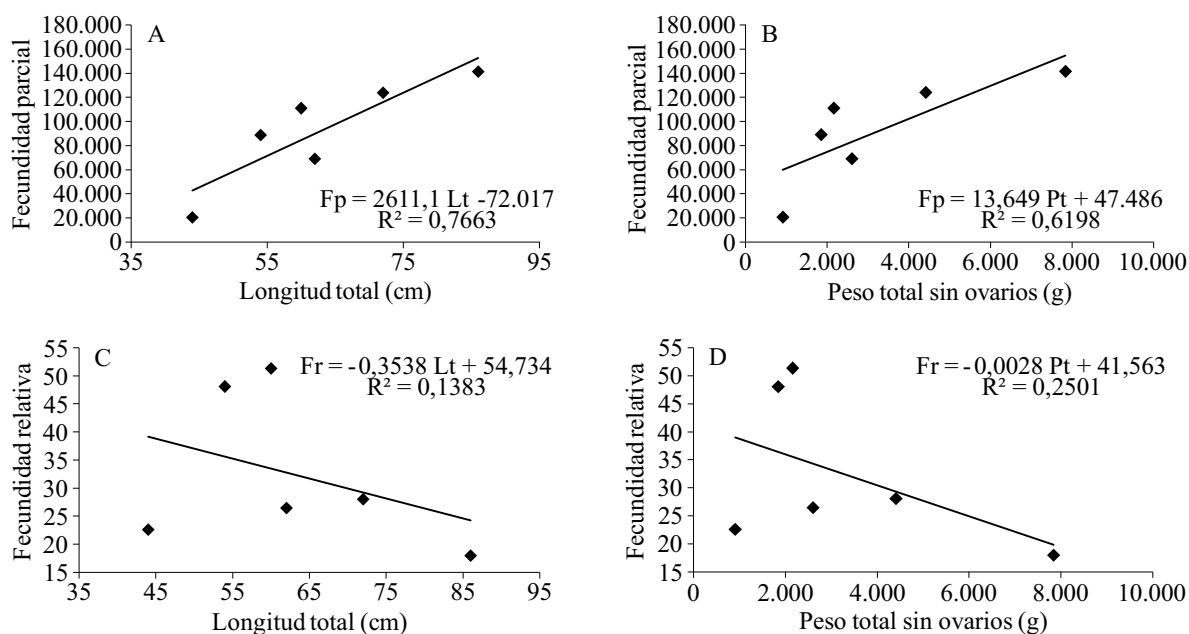


Figura 2. Relación entre la fecundidad parcial y relativa y la longitud total (A y C) y el peso total de las hembras libre de ovarios (B y D).

Figure 2. Relationship between partial and relative fecundity and total length (A and C) and total weight of ovary-free females (B and D).

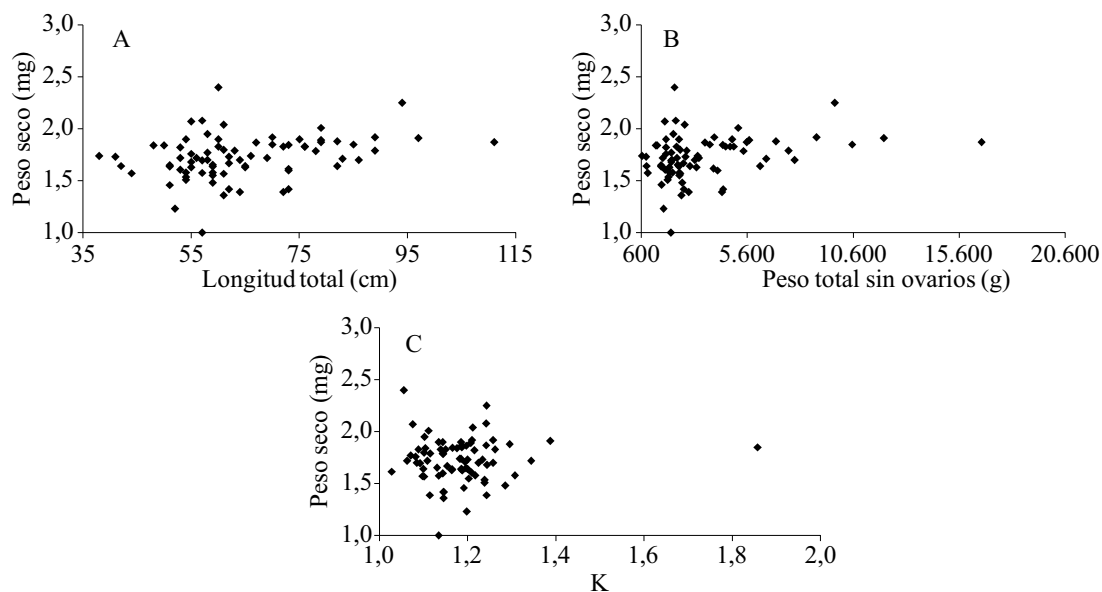


Figura 3. Relación entre el peso seco ovocitario y la longitud total (A), el peso total libre de ovarios (B) y el factor de condición (K) (C).

Figure 3. Relationship between oocyte dry weight and total length (A), ovary-free total weight (B) and the condition factor (K) (C).

Los diámetros de los ovocitos hidratados oscilaron entre 784 y 1.091 μm con una media de $962 \pm 51 \mu\text{m}$ ($n = 11$). Los diámetros de la gota oleosa variaron entre 232 y 287 μm , con una media de $253 \pm 10 \mu\text{m}$ ($n = 11$). No se observó relación con las características maternas (Figura 4 A-C). Los diámetros de los ovocitos hidratados presentaron una relación positiva ($p < 0,05$) con el peso seco de los mismos (Figura 4 D).

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que en la zona sur de la Provincia de Buenos Aires (“El Rincón”, 39°S - 41°S) *P. semifasciata* presenta una actividad reproductiva que se extiende entre los meses de agosto y febrero. Esto surge a partir del análisis macroscópico y microscópico de los

estadios de madurez gonadal, además del IGS. En agosto se observa la aparición de las primeras hembras con ovocitos hidratados (estadio III) cercanas a la puesta, aunque su número fue bajo, junto con la presencia de hembras con FPO, los que son indicadores de desoves recientes.

La fecundidad tanto parcial como relativa fue baja en comparación con la de otros habitantes de la zona, tales como la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*, 148 ± 28 ovocitos g^{-1} ; Militelli *et al.*, 2013), pescadilla común (*Cynoscion guatucupa*, 107-135 ovocitos g^{-1} ; Militelli y Macchi, 2006) y el pez palo (*Percophis brasiliensis*, 274 ± 130 ovocitos g^{-1} ; Rodrigues *et al.*, 2007). Si bien Macchi *et al.* (1995) habían señalado la baja fecundidad de esta especie a partir de la obtención de un número reducido de ovocitos hidratados en cortes histológicos, ésta es la primera vez que se obtiene una estimación de ese parámetro reproductivo y que se describe su relación con la

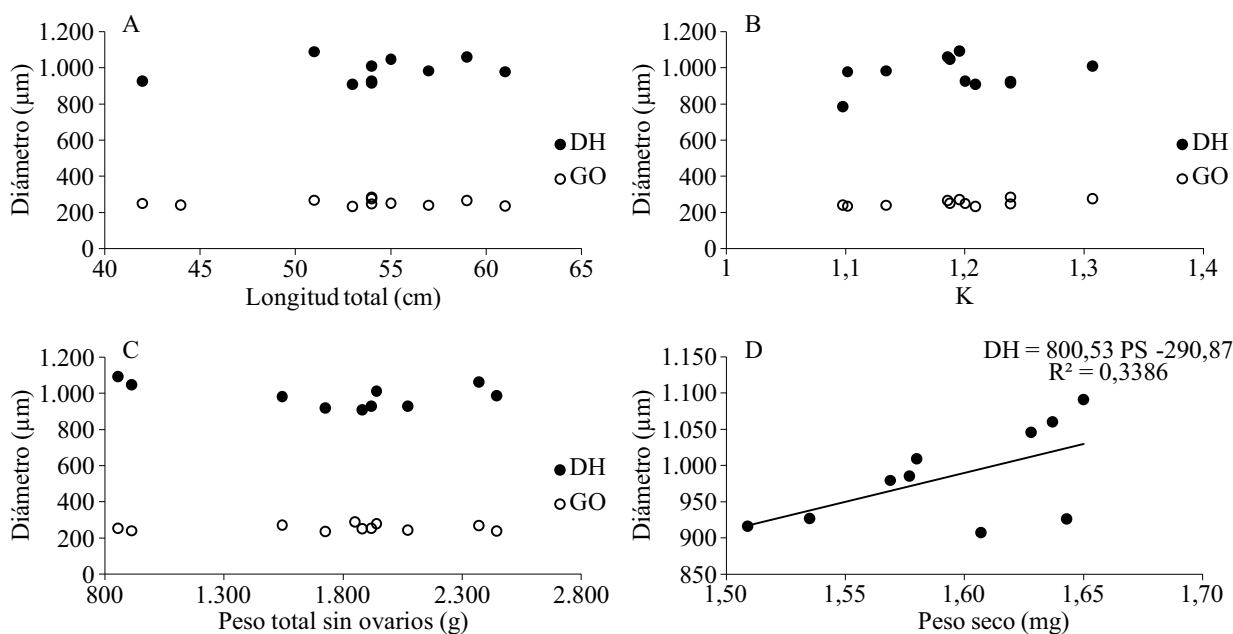


Figura 4. Relación entre el diámetro ovocitario (DO) y de la gota oleosa (GO) y la longitud total (A), el factor de condición (K) (B), el peso total de las hembras libre de ovarios (C) y relación entre el diámetro de los ovocitos hidratados y el peso seco (D).

Figure 4. Relationship between the oocyte diameter (DO) and of the oily drop (GO) and total length (A), the condition factor (K) (B), total weight of ovary-free females (C) and relationship between hydrated oocytes diameter and dry weight (D).

talla y el peso de las hembras. Para la otra especie de la Familia Pinguipedidae que habita el Mar Argentino, *P. brasilianus*, Villanueva Gomila *et al.* (2015), reportan baja fecundidad tanto parcial como relativa.

Si bien se observan relaciones lineales negativas entre la fecundidad relativa y la talla, y la fecundidad relativa y el peso de las hembras, el número de muestras utilizadas fue bajo como para poder afirmar que esto sea una tendencia poblacional. Se requerirán estudios posteriores con mayor número de muestras para responder esta cuestión.

Los valores medios de IGS en los machos fueron bajos (0,023 abril; 0,253 octubre) pero similares a los reportados por González (1998) para ejemplares del Golfo San Matías. Tanto esto como la baja fecundidad se relacionaría con la estrategia reproductiva de esta especie que involucra una estrecha proximidad entre machos y hembras durante la fertilización para asegurar el éxito y minimizar la competencia (Macchi *et al.*, 1995; González, 2006; Venerus *et al.*, 2008), comportamiento también observado en otras especie de la familia, como el turco *P. brasilianus* (Villanueva Gomila *et al.*, 2015).

El diámetro de los ovocitos hidratados varió entre 784 y 1.091 μm con una media de $962 \pm 51 \mu\text{m}$. No se observó relación significativa con la talla y el peso de las hembras, en tanto hubo una relación positiva con el PS de los ovocitos de esos ejemplares. Macchi *et al.* (1995) realizaron mediciones de los ovocitos de salmón de mar a partir de cortes histológicos estimando el comienzo de la hidratación entre 500 y 650 μm , valores más chicos que los encontrados en este trabajo posiblemente debido a la diferente técnica histológica empleada. González (1998) también realizó mediciones de los ovocitos, encontrando como diámetro máximo de los ovocitos hidratados las 900 μm .

Durante los años de estudio se pudo observar que los mayores desembarques se registraron en el puerto de Quequén durante los meses de marzo, septiembre y octubre, coincidiendo los

dos últimos con el momento de mayor actividad reproductiva de la especie. Con esta información y dadas ciertas características del modo de vida de esta especie, como ser la alta fidelidad al mismo arrecife (Venerus *et al.*, 2014) y la compleja estrategia reproductiva, se puede suponer que es una especie vulnerable a la pesca, particularmente durante la época reproductiva.

Este trabajo debe considerarse como un avance en el estudio de la especie *P. semifasciata*, ya que se cuenta con pocos datos concretos sobre su potencial reproductivo.

BIBLIOGRAFÍA

- BELLISIO, N.B., LÓPEZ, R.B. & TORNO, A. 1979. Peces marinos patagónicos. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Buenos Aires, 278 pp.
- FROESE, R & PAULY, D. [base de datos en línea; actualizado: enero 2016]. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. En: ROSKOV Y., ABUCAY L., ORRELL T., NICOLSON D., KUNZE T., FLANN C., BAILLY N., KIRK P., BOURGOIN T., DEWALT R.E., DECOCK W., DE WEVER A. (Eds). <<http://www.catalogueoflife.org/col>>. [27 junio 2016].
- GONZÁLEZ, R.A.C. 1998. Biología y explotación pesquera del salmón de mar *Pseudoperca semifasciata* (Cuvier, 1829) (Pinguipedidae) en el Golfo San Matías, Patagonia, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 135 pp.
- GONZÁLEZ, R.A.C. 2006. Age and growth of the Argentine sandperch *Pseudoperca semifasciata* (Cuvier, 1829) Berg, 1899 in the San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). Fish. Res., 79: 120-128.
- GONZÁLEZ, R. & MACCHI, G. 1995. Aspectos de la biología reproductiva del salmón de mar *Pseudoperca semifasciata* (Pinguipedidae) en el Golfo San Matías. En: VI Congreso Latino-

- americano de Ciencias del Mar, Mar del Plata, Argentina, Resúmenes: 99.
- HUNTER, J.R. & GOLDBERG, S.R. 1980. Spawning incidence and fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., U.S., 77 (3): 641-653.
- MACCHI, G.J. & DÍAZ DE ASTARLOA, J.M. 1996. Ciclo reproductivo y fecundidad del lenguado, *Paralichthys patagonicus* Jordan, en Jordan y Goss, 1889. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 10: 73-83.
- MACCHI, G.J., ELÍAS, I. & BURGOS, G.E. 1995. Histological observations on the reproductive cycle of the Argentinean sandperch, *Pseudoperca semifasciata* (Osteichthyes, Pinguipedidae). Sci. Mar. (Barc.), 59: 119-127.
- MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 105 pp.
- MILITELLI, M.I. & MACCHI, G.J. 2006. Spawning and fecundity of striped weakfish, *Cynoscion guatucupa*, in the Río de la Plata estuary and adjacent marine waters, Argentina- Uruguay. Fish. Res., 77: 110-114.
- MILITELLI, M.I., MACCHI, G.J. & RODRIGUES, K.A. 2013. Comparative reproductive biology of Sciaenidae family species in the Río de la Plata and Buenos Aires Coastal Zone, Argentina. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 93: 413-423.
- MOYLE, P.B. & CECH, J.J. 1982. Fishes. An Introduction to Ichthyology. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 593 pp.
- RODRIGUES, K.A., MILITELLI, M.I. & MACCHI, G.J. 2007. Área de puesta, fecundidad y calidad ovocitaria del pez palo, *Percophis brasiliensis* en aguas costeras de la provincia de Buenos Aires. Resultados de campañas de investigación. Inf. Téc. INIDEP N° 26/2007, 11 pp.
- VENERUS, L.A., PARMA, A.M. & GALVÁN, D.E. 2008. Annual occupation pattern of temperate rocky reefs by the Argentine sandperch *Pseudoperca semifasciata* in San José Gulf Marine Park, Argentina. Fish. Manage. Ecol., 15: 217-229.
- VENERUS, L.A., IRIGOYEN, A.L., GALVÁN, D.E. & PARMA, A.M. 2014. Spatial dynamics of the Argentine sandperch, *Pseudoperca semifasciata* (Pinguipedidae) in temperate rocky reefs from northern Patagonia, Argentina. Mar. Freshwat. Res., 65: 39-49.
- VILLANUEVA GOMILA, G.L., MACCHI, G.J., EHRlich, M.D., IRIGOYEN, A.J. & VENERUS, L.A. 2015. The reproductive biology of *Pinguipes brasiliensis* Cuvier, 1829 (Osteichthyes, Pinguipedidae) in temperate rocky reefs of Argentina. Neotrop. Ichthyol., 13 (4): 733-744.

Recibido: 26-02-2016

Aceptado: 05-10-2016

