

*Research Article*

## **Biología reproductiva y aspectos poblacionales de la brótula (*Salilota australis*) en la zona sur-austral de Chile: consideraciones para el manejo de la pesquería**

**Liu Chong Follert<sup>1</sup>, Francisco Contreras M.<sup>1</sup> & Juan Carlos Quiroz<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Fomento Pesquero, División de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile

<sup>2</sup>Institute for Marine and Antarctic Studies, University of Tasmania, Tasmania, Australia

Autor Corresponsal: Liu Chong Follert (liu.chong@ifop.cl)

**RESUMEN.** En este estudio se estimó la época principal de desove y la proporción de ejemplares maduros por longitud durante el periodo 1984-2006 en la zona sur-austral de Chile. El análisis macroscópico de las gónadas y las variaciones del índice gonadosomático indican presencia de ejemplares maduros durante todo el año con un periodo importante de desove entre agosto y septiembre. Se identificaron diferencias significativas en los procesos de madurez y crecimiento somático entre sexos, con hembras que alcanzan mayor tamaño y peso corporal. *Salilota australis* se ha convertido progresivamente en una especie objetivo para la pesquería demersal austral chilena, con longitud media de captura superior a la longitud en la cual el 50% de los ejemplares se encuentran maduros y alta disponibilidad de hembras. Debido a la desconocida vulnerabilidad de *S. australis* a la explotación pesquera, la descripción de los parámetros de vida debe ser tarea prioritaria en los programas de monitoreo de esta especie.

**Palabras clave:** *Salilota australis*, longitud de madurez, desove, pesquería, sur de Chile.

## **Reproductive biology and population traits of tadpole codling (*Salilota australis*) off Chilean southern austral zone: fishery management considerations**

**ABSTRACT.** The spawning period and proportion of length at maturity during the period 1984-2006 were investigated in a population of tadpole codling (*Salilota australis*) off southern austral zone, Chile. Macroscopic aspects and gonadosomatic index variability indicate the presence of mature individuals across the year with an important spawning period between August and September. Significant differences between sexes were detected in such processes, as maturity schedule and somatic growth, particularly in females which grow larger than males. Progressively *S. australis* has become an important target species for the austral demersal fleet in Chile, showing both an average catch length greater than the length at 50% maturity (LM) and high female fishery availability. In relation with the unknown vulnerability to overfishing of *Salilota australis*, the life history parameter analysis must be a priority needs within the monitoring fishing frameworks.

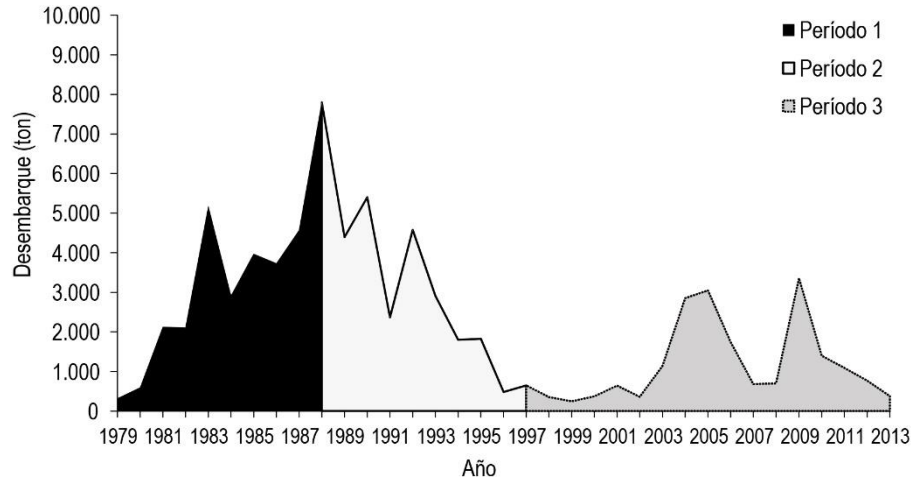
**Keywords:** *Salilota australis*, length at maturity, spawning, fishery, southern Chile.

### **INTRODUCCIÓN**

La brótula (*Salilota australis*, Günther, 1887) es un pez gadiforme que se distribuye en aguas subantárticas que circulan dirección sur-norte a ambos lados del extremo austral de Sudamérica. En el Pacífico sur-austral esta especie habita desde los 40°S hasta los 57°S en profundidades entre 50 y 900 m, incluyendo los canales y fiordos de la zona austral de Chile (Avilés & Aguayo,

1979), mientras que en el Atlántico los registros de prospecciones directas indican una distribución desde 38°S hasta 56°S (Wöhler, 2000).

Chile ha tenido una extensa historia de desembarques de brótula, existiendo registros a partir del año 1979, que muestran cambios temporales de los desembarques nacionales en la zona sur-austral, donde se diferencian tres periodos (Fig. 1). El primer periodo (1979-1988) es un reflejo de la evolución en los niveles



**Figura 1.** Desembarques anuales de *Salilota australis* en el sur de Chile entre 1979-2013 (SERNAPESCA, 2015).

de captura que mostró la flota arrastrera industrial (Céspedes *et al.*, 2009), cuya pesquería históricamente ha reportado a la brótula como especie parte de la fauna acompañante de sus capturas. Aunque en este primer periodo la brótula no fue categorizada como especie objetivo, la tendencia creciente de los desembarques, hasta un máximo histórico de 8.000 ton en el año 1988, es coherente con el incremento de explotación sobre especies objetivos de la pesquería demersal austral, como merluza del sur (*Merluccius australis*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*).

El segundo periodo (1989-1997) muestra una reducción acelerada de los desembarques hasta niveles menores de 500 ton el año 1996, que parece respondió a la reducción del esfuerzo de pesca sobre especies objetivo más que al impacto de la pesquería sobre la población de brótula. En efecto, entre 1992 y 1994 la zona de canales y fiordos de la zona austral de Chile fueron cerradas a la flota industrial, lo que derivó en una fuerte reducción de embarcaciones y en el esfuerzo de pesca (Quiroz *et al.*, 2008; Céspedes *et al.*, 2009). El tercer periodo (1998-2013) parece ser independiente de la dinámica sobre las especies objetivo y conforma un escenario donde la brótula paulatinamente se ha convertido en especie objetivo, principalmente asociado a la actividad de la flota arrastrera fábrica (Céspedes *et al.*, 2009).

Sobre la base de parámetros de historia de vida del Atlántico sur-austral, la brótula es una especie de mediana longevidad ~16 años (Cassia & Wöhler, 2000), madurez temprana ~3-4 años (Pérez-Comas, 1980), importante potencial de fecundidad (Arkhipkin *et al.*, 2010) y probablemente baja tasa de crecimiento

(Wöhler *et al.*, 2001). Por tanto, se puede clasificar como medianamente vulnerable a la explotación pesquera y potencialmente viable para configurar una pesquería dirigida. De hecho, en la plataforma Atlántica y las Islas Malvinas, la brótula ha sido una especie comercial abundante con una captura anual promedio, de ~17.000 ton en el periodo 2006-2008 (Gorini & Giussi, 2009).

Un reciente reporte sobre el estado de explotación de los principales recursos pesqueros ha mostrado que 17 de los 20 principales stocks pesqueros de peces chilenos están sobre-explotados (SUBPESCA, 2016). Esto conduce a dos situaciones. La primera es que pesquerías alternativas como la brótula emergen súbitamente como una vía para compensar las pérdidas económicas de pesquerías cuyas especies objetivo han declinado, principalmente cuando los potenciales niveles de producción de brótula pueden ser importantes como los registrados en la plataforma atlántica y las Islas Malvinas (Gorini & Giussi, 2009). La segunda situación se relaciona con los aspectos tróficos que involucran a la brótula; las especies objetivos de la pesquería demersal austral incluyen en su dieta a la brótula aunque con diferentes niveles y no como ítem principal (Aviles & Aguayo, 1979; Pérez-Comas, 1980); luego, el impacto de la pesquería sobre las especies objetivo puede dar espacio para el incremento en abundancia de especies presa como la brótula. No obstante, cuando los parámetros de historia de vida y rasgos demográficos son pobremente conocidos para especies emergentes como la brótula, existe un alto riesgo que las tasas de explotación sobrepasen rápidamente los niveles seguros de explotación aún cuando se registren altos valores de abundancia.

Este trabajo es la primera investigación que describe aspectos de historia de vida de la brótula que habita la zona sur-austral. Específicamente, se describe la duración e intensidad de la temporada reproductiva, y se determinan los parámetros que modelan el proceso de madurez sobre la base de tamaños corporales. Estos rasgos de historia de vida, en conjunto con aspectos demográficos como crecimiento somático y estructura de tamaños, potencialmente podrían establecer los antecedentes basales para la determinación de un modelo conceptual para fines de evaluación poblacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación utiliza datos de madurez recopilados desde muestreos aleatorios (realizados al lance de pesca) de la flota arrastrera fábrica que operó en la zona sur-austral (44°30'-57°00'S), entre 1984 y 2006, como parte del programa rutinario de monitoreo denominado "Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales, Pesquería Demersal Austral" desarrollado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

En cada muestra aleatoria se midió la longitud total (cm), peso total (g) y sexo de cada ejemplar. Luego a ambos sexos se les extrajeron y pesaron las gónadas. Además, se registró el estado de madurez (EM) de acuerdo a la escala macroscópica elaborada por Balbontín & Fischer (1981), que establece los siguientes estados reproductivos: I virginal, II inmaduro, III en maduración, IIIA desove reciente, IV maduros hidratados y V en regresión. El periodo de desove se determinó en base al peso de la gónada, utilizando el índice gónadosomático (IGS) descrito por Nikolsky (1963). El IGS fue estimado en base al promedio mensual para el periodo 1984-2006, diferenciando machos y hembras al comparar el peso de la gónada con respecto al peso total de cada individuo, según la siguiente expresión:

$$IGS = \left( \frac{P_g}{PT - P_g} \right),$$

donde  $P_g$  representa el peso de la gónada (g), mientras que  $PT$  (g) es el peso total del individuo.

La proporción de individuos maduros a una determinada longitud total fue modelada utilizando una función de tipo logística, cuya forma es:

$$P_{LT} = \frac{1}{1 + \exp^{-(\beta_0 + \beta_1 * LT)}}$$

donde  $P_{LT}$  es la proporción de individuos maduros en el intervalo de tamaño  $LT$  de 1 cm, mientras que  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los parámetros que determinan el intercepto y la

pendiente de la función logística, respectivamente. Los parámetros fueron estimados por máxima verosimilitud asumiendo un error de distribución binomial y utilizando como ejemplares maduros a aquellos cuyas gónadas se encontraban en estados III, IIIA, IV y V.

La longitud de primera madurez sexual (LM) se estimó como la longitud donde el 50% de los ejemplares se encuentran maduros ( $P_{LT} = 0.5$ ), que algebraicamente corresponde al cociente de los parámetros  $\beta_0/\beta_1$ . El intervalo de confianza (IC) para la longitud de 50% de individuos maduros se estimó mediante un muestreo Monte Carlo sobre la matriz varianza-covarianza asumiendo una distribución normal multivariada, utilizando los estimadores máximos verosímiles de  $\beta_0$  y  $\beta_1$ . Finalmente, las ojivas de madurez se compararon mediante un test de verosimilitud (Kimura, 1980), para probar la existencia de diferencias entre sexos.

La relación longitud-peso se calculó utilizando estimadores máximo verosímiles para la transformación logarítmica-natural de la ecuación:  $\log(PT) = \log(a) + b * \log(LT)$ , donde  $PT$  es el peso total,  $LT$  es la longitud total,  $a$  es la ordenada al origen y  $b$  es la pendiente. Además, se determinaron diferencias entre los sexos mediante análisis de covarianza (Pope & Kruse, 2007).

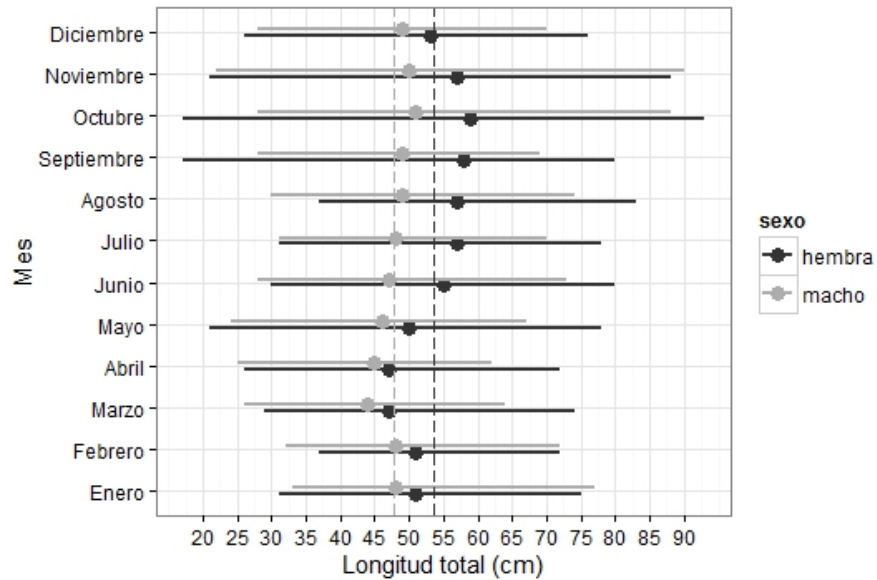
## RESULTADOS

Se analizaron 12.013 ejemplares de brótula, de los cuales el 42% correspondieron a hembras y 58% a machos, cuyas longitudes fluctuaron entre 17-93 cm y 24-90 cm, respectivamente.

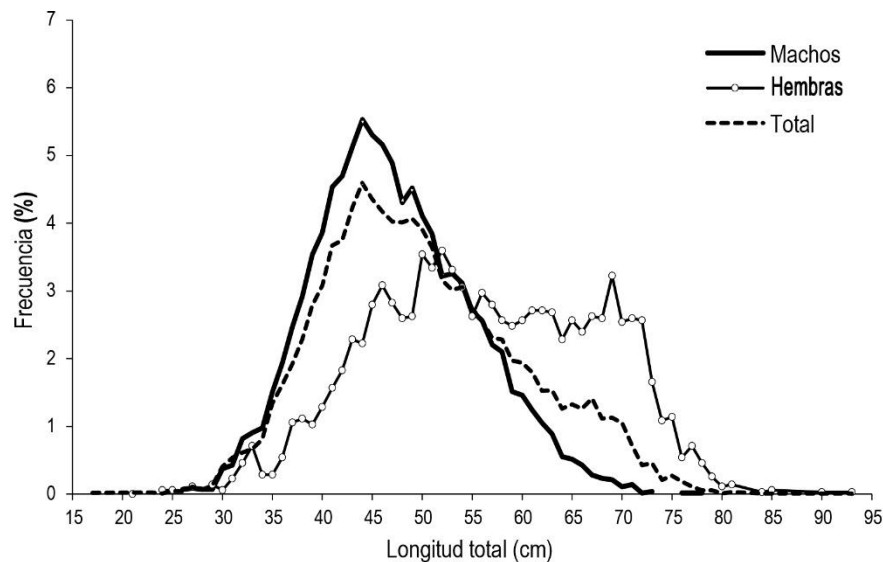
Se determinó mayor tamaño promedio en hembras, como también un mayor rango de tamaños (Fig. 2). A una escala temporal las longitudes promedios presentan mayores diferencias durante el segundo semestre del año, alcanzando las hembras longitudes superiores en ~8 cm en comparación a los machos. Por otra parte, la distribución de longitudes muestra una estructura poblacional caracterizada por una alta proporción de ejemplares >50 cm en las hembras en comparación a los machos (Fig. 3).

Los valores mensuales del IGS indican un máximo reproductivo en agosto (Fig. 4), con un elevado valor de IGS entre junio y octubre. La tendencia temporal del IGS muestra sincronismo entre sexos con un declive de la actividad reproductiva entre diciembre y abril, mostrando un mínimo de actividad gonádica en marzo (Tabla 1).

La máxima proporción de ejemplares maduros (EM III, IIIA, IV y V) en ambos sexos muestra corresponden-



**Figura 2.** Longitudes promedio, mínimas y máxima mensuales por sexo durante el periodo 1984-2006 para *Salilota australis* en la zona sur-austral de Chile. La línea segmentada muestra la longitud promedio para todo el período de estudio.



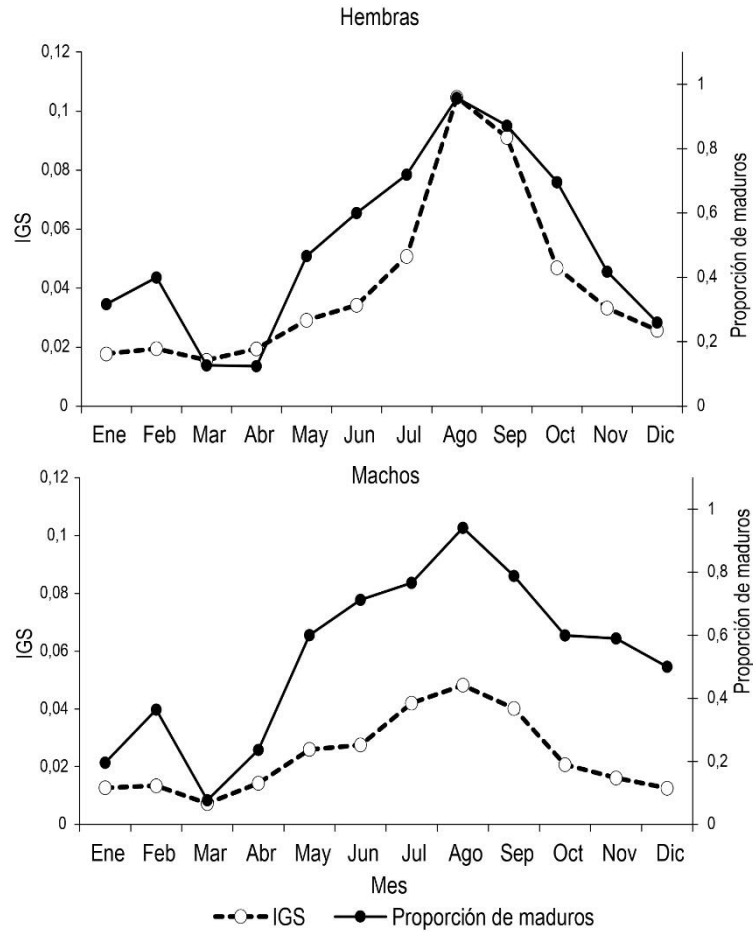
**Figura 3.** Distribución de frecuencias de longitudes por sexo en el período 1984-2006 para *Salilota australis* en la zona sur-austral de Chile.

cia con el periodo de mayor actividad reproductiva (Fig. 4). La forma de la ojiva de madurez sugiere que la tasa de cambio de la madurez con la longitud en la población de brótula ocurre en una amplia categoría de tamaños (Fig. 5).

Por ejemplo, en hembras para observar un cambio en la proporción de madurez entre 20 y 80%, se requiere de un crecimiento de 39,5 cm a 60 cm de longitud total, mientras que en machos este rango de tamaños es mayor. La longitud de primera madurez

sexual en las hembras fue estimada en 47,07 cm de longitud total, mientras que en machos se estimó una talla menor a los 43,01 cm (Tabla 2). Sobre la base de los parámetros que modelan la ojiva de madurez y el test de verosimilitud, se observaron diferencias significativas ( $\chi^2 = 66,45$ ;  $P < 0,05$ ) entre sexos.

El peso total de la brótula como función de la longitud total sugiere un crecimiento alométrico con tasa de  $<3$  en ambos sexos (Fig. 6, Tabla 3). Por tanto, se espera que a medida que esta especie incrementa en



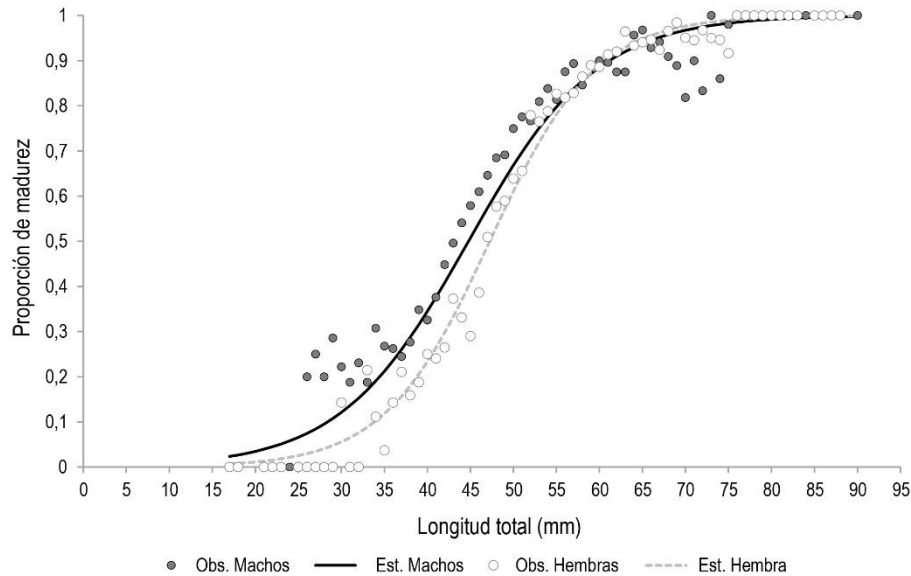
**Figura 4.** Índice gonadosomático promedio mensual (IGS) y proporción de ejemplares maduros durante el período 1984-2006 para *Salilota australis* por sexo en la zona sur-austral de Chile.

**Tabla 1.** Promedios mensuales del índice gonadosomático (IGS) por sexo durante el período 1984-2006 para *Salilota australis*, en la zona sur-austral de Chile.

Mes	Hembras		Machos	
	Promedio IGS	DE	Promedio IGS	DE
Enero	0,0177	0,0080	0,0127	0,0055
Febrero	0,0195	0,0093	0,0134	0,0059
Marzo	0,0156	0,0060	0,0073	0,0054
Abril	0,0194	0,0095	0,0143	0,0109
Mayo	0,0291	0,0428	0,0260	0,0439
Junio	0,0342	0,0195	0,0275	0,0253
Julio	0,0508	0,0255	0,0420	0,0168
Agosto	0,1047	0,0479	0,0482	0,0197
Septiembre	0,0911	0,0601	0,0402	0,0237
Octubre	0,0469	0,0383	0,0207	0,0145
Noviembre	0,0332	0,0266	0,0161	0,0158
Diciembre	0,0257	0,0183	0,0125	0,0055

longitud su forma tienda a ser alargada, principalmente en los machos. Los resultados del análisis de covarianza

(Tabla 4) sugieren diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre sexos.



**Figura 5.** Proporción de individuos maduros de brótula por longitud y sexo durante el período 1984-2006 en la zona sur-austral de Chile. Las líneas sólida y segmentada representan las ojivas de madurez en machos y hembras respectivamente, mientras los puntos sobrepuestos dejan ver los valores observados.

**Tabla 2.** Parámetros e intervalos de confianza (IC) al 95% estimados para la ojiva de madurez sexual por sexo durante el período 1984-2006 para *Salilota australis*, en la zona sur-austral de Chile.

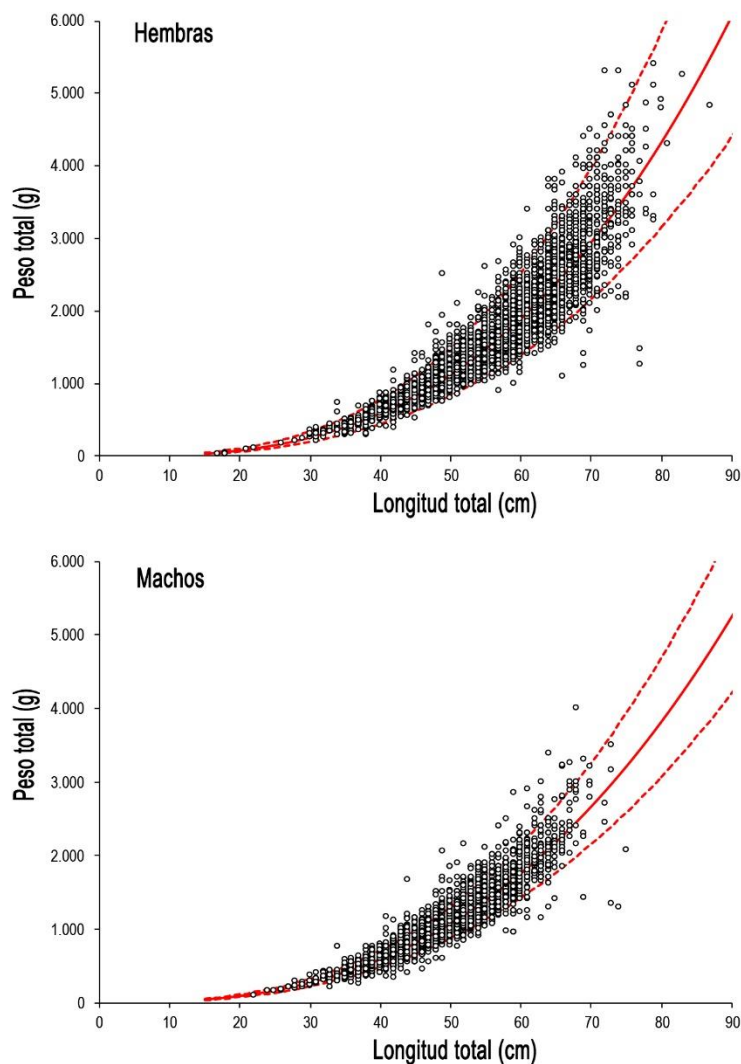
Parámetro	Hembras			Machos		
	Estimado	Lim. inferior	Lim. superior	Estimado	Lim. inferior	Lim. superior
$B_0$	7,4157	7,3689	8,0291	5,9876	5,3017	6,0304
$B_1$	-0,1576	-0,1588	-0,1685	-0,1392	-0,1253	-0,1386
$L_{50\%}$	47,07	46,41	47,65	43,00	42,32	43,52

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo representan la primera descripción empírica de los procesos de madurez y crecimiento somático de brótula en la zona sur-austral de Chile. En general, se evidencia una marcada diferencia en el proceso de madurez entre las poblaciones de brótula que habitan las zonas australes de los océanos Atlántico y Pacífico. Por ejemplo, las estimaciones de longitud de primera madurez sexual (LM) de este estudio (Tabla 2) difieren marcadamente de los valores reportados por Pérez-Comas (1980) y Cassia & Wöhler (2000) en aguas del Océano Atlántico. Pérez-Comas (1980) utilizando información de comienzos de la pesquería para el extremo sur del Atlántico, mostró que la longitud de primera madurez sexual fluctuó entre 32,8 y 34,9 cm (hembras y machos), mientras que Cassia & Wöhler (2000) después de 20 años de historia pesquera y un promedio de desembarques de 4.600 ton anuales (incluyendo Islas Malvinas, Wöhler *et al.*, 2001) reportaron una

longitud de primera madurez mayor a los 38 cm en hembras. Los resultados para la brótula en Chile indican un rango de LM entre 43,00 cm y 47,07 (machos y hembras) (Tabla 2, Fig. 5), superior ~10 cm a los registros del Atlántico sur-austral. Estas diferencias en procesos poblacionales como la madurez son más usuales de lo esperado. Por ejemplo, Chong (1993) estimó una LM de 90 cm para el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) que habita la zona sur-austral de Chile, que es levemente superior a la LM de 84 cm reportada por Paredes & Bravo (2005) después de un periodo de 10 años de intensa explotación. No obstante, Cordo *et al.* (2002) en aguas del Océano Atlántico reportaron una longitud de primera madurez sexual de 70,8 cm. Estas diferencias en los parámetros de historia de vida son particularidades de poblaciones que conforman múltiples meta-poblaciones, como es el caso del congrio dorado en Chile (Wiff *et al.*, 2007).

En términos específicos, el proceso de madurez representado por las variaciones temporales del IGS (Tabla 1, Fig. 4), así como la presencia ejemplares ma-



**Figura 6.** Relación longitud-peso e intervalos de confianza al 95% para *Salilota australis* por sexo durante el período 1984-2006, en la zona sur-austral de Chile.

**Tabla 3.** Parámetros estimados para la relación longitud total-peso total por sexo durante el período 1984-2006 en *Salilota australis*, en la zona sur-austral de Chile. IC: intervalo de confianza.

Parámetro	Hembras			Machos		
	Estimado	IC (95%)		Estimado	IC (95%)	
		Lim. inferior	Lim. superior		Lim. inferior	Lim. superior
A	0,0154	0,0131	0,0177	0,0284	0,0255	0,0312
B	2,8645	2,8284	2,9006	2,6954	2,6701	2,7206
R <sup>2</sup>	0,92			0,92		

**Tabla 4.** Análisis de varianza-covarianza de los parámetros de la relación longitud-peso por sexo en *Salilota australis*.

Variable	Suma cuadrados	Grados libertad	Valor F	P > F
log (LT)	431,06	1	119845,74	<0,0005
Sexo	1,28	1	354,7	<0,0005
Log (LT)*sexo	0,29	1	80,64	<0,0005
Residuales	43,19	12.009		

duros durante todos los meses analizados (Figs. 2-3), sugieren que la brótula en la zona sur-austral de Chile es un desovante parcial o desovante fraccionado. Esta estrategia de desove es característica en la biología evolutiva orientada a preservar descendencia frente a cambios ambientales que afectan la mortalidad natural (Nikolsky, 1963; Vizziano & Berois, 1990). En el Atlántico sur-austral, Otero *et al.* (1981) y Wöhler (1987) describieron cambios a lo largo del año en la distribución geográfica de brótula, concentrándose durante invierno y dispersándose durante el verano. Arkhipkin *et al.* (2010) reportaron desoves parciales de brótula con una fecundidad potencial elevada (0,5-9 millones de huevos) comparada con especies de la misma familia (*Moridae*), con intensos procesos de agregación cerca del fondo marino en zonas de aguas frías aledañas a sistemas de surgencia (patrón reportado previamente por Ciechowski & Booman, 1981). Estos autores identificaron que el periodo de máximo desove ocurre en septiembre-octubre, similar a los valores máximos de IGS y proporción de individuos maduros informados en este estudio (Fig. 4), y también, concordante con el máximo de producción primaria reportada en zonas de surgencia (Manríquez *et al.*, 2009). En el caso de Chile, el máximo periodo de madurez también coincide con las épocas de agregación y reproducción de otras especies que habitan en la zona sur-austral, como la merluza del sur (julio-septiembre) (Balbontín & Bravo, 1993), merluza de cola (julio-septiembre) (Chong, 2000), congrio dorado (agosto-septiembre) (Chong, 1993) y merluza de tres aletas (agosto) (Lillo *et al.*, 1994). Con respecto al proceso de crecimiento de la brótula, en aguas del Atlántico sur, Cassia & Wöhler (2000) encontraron diferencias significativas con hembras alcanzando una longitud asintótica ( $L_{\infty} = 83,83$  cm) mayor que los machos ( $L_{\infty} = 69,73$  cm), y consistente con los resultados reportados por Pérez-Comas (1980) y Fortuny *et al.* (1981) para el crecimiento somático descrito desde la relación longitud-peso. En este estudio, tanto las longitudes medias en el transcurso del año (Fig. 2), la distribución de tamaños (Fig. 3) y la relación longitud-peso de la brótula en aguas del sur de Chile, muestran diferencias significativas en crecimiento somático entre machos y hembras (Tabla 4).

Durante los últimos 10 años la brótula capturada en aguas chilenas se ha convertido gradualmente en una especie objetivo con importantes desembarques en la pesquería demersal austral (Céspedes *et al.*, 2009), desconociéndose hasta el momento su impacto en la población. Bajo este contexto, este estudio adquiere importancia debido a tres puntos. Primero, si se supone que la brótula conforma meta-poblaciones con parámetros de historia de vida meta-específicos, similar

a la estructura de congrio dorado en Chile (Baker *et al.*, 2014), existe un alto riesgo al extrapolar los parámetros de historia de vida de otras poblaciones (por ejemplo, la población atlántica) para su utilización en modelos de manejo aplicables a la población de brótula que habita el Océano Pacífico. Por esto la descripción del proceso de madurez de la brótula para la zona austral de Chile constituye un avance que tiene aportes directos a los futuros procesos de evaluación poblacional con fines de manejo. Segundo, la estrategia de desove parcial y la alta fecundidad son aspectos de la historia de vida de la brótula favorables para su conservación. Sin embargo, debido a que la zona de explotación de la pesquería demersal austral se centra en una de las áreas con mayor producción primaria en el Pacífico sur (Manríquez *et al.*, 2009), es probable que el proceso de desove de brótula en Chile concentre importante cantidad de abundancia parental en breves periodos de tiempo, similar al reportado por Arkhipkin *et al.* (2010) en el Atlántico sur, que potencialmente puede incrementar la vulnerabilidad de la brótula a la explotación pesquera, aún más cuando se ha descrito que las agregaciones desovantes muestran una breve duración y alta vulnerabilidad (Sala *et al.*, 2001). Tercero, debido a diferencias en el crecimiento somático de la brótula registradas tanto en el Atlántico (Cassia & Wöhler, 2000) como en Pacífico sur en este estudio (Tabla 4), la vulnerabilidad de la brótula a la explotación pesquera debería responder diferencialmente a la proporción sexual de las agregaciones, principalmente debido a que la longitud media de captura es superior a la longitud de madurez en ambos sexos.

Este estudio destaca algunos rasgos biológicos importantes para la conformación de un modelo conceptual de brótula en aguas del Océano Pacífico sur, como por ejemplo, i) diferencias morfométricas en el crecimiento derivadas de las composiciones de tamaños y la relación alométrica, con hembras de mayor tamaño que machos, ii) un marcado ciclo reproductivo con un potencial período de agregación orientado al desove, iii) una evidente dependencia entre las proporciones de individuos maduros y los tamaños corporales. La profundización de estos rasgos de historia de vida en términos de su dinámica temporal y espacial, como también, la descripción de otros procesos poblacionales como crecimiento individual basado en estructuras duras (*e.g.*, otolitos), debería ser una tarea prioritaria en los programas de monitoreo de la pesquería demersal austral en Chile, otorgando de esta forma mayor robustez al conocimiento de la dinámica poblacional de la brótula en aguas chilena y su posterior evaluación en modelos cuantitativos poblacionales para fines de manejo pesquero.



## AGRADECIMIENTOS

Juan Carlos Quiroz agradece el financiamiento otorgado por CONICYT a través del Programa de Doctorado en el extranjero Becas-Chile y la Flagship Postgraduate Scholarship otorgada por la Universidad de Tasmania.

## REFERENCIAS

- Arkhipkin, A., P. Brickle & V. Laptikhovsky. 2010. The use of island water dynamics by spawning red cod, *Salilota australis* (Pisces: Moridae) on the Falkland Islands shelf (southwest Atlantic) Fish. Res., 105: 156-162.
- Avilés, S. & M. Aguayo. 1979. Brótula. *Salilota australis* (Günther, 1878) teleostomi, Gadiformes, Moridae. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago de Chile, Sinopsis, 29 pp.
- Balbontín, F. & W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. & R Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 28: 111-132.
- Baker, L., R. Wiff, J.C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M. Barrientos, V. Ojeda & C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. Environ. Biol. Fish., 97: 1083-1093.
- Cassia, M. & O. Wöhler. 2000. Estructura etaria y parámetros poblacionales del bacalao austral, *Salilota australis* en el Atlántico sudoccidental. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Inf. Téc., 31: 9 pp.
- Céspedes, R., L. Adasme, L. Chong, V. Ojeda, L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid, L. Miranda, K. Hunt & M. Miranda. 2009. Investigación situación pesquería demersal austral, 2008. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Informe Final, 381 pp.
- Ciechowski, J. & C. Booman. 1981. Descripción de embriones y de áreas de reproducción de los granaderos *Macruronus whitsoni* y *Coelorhynchus fasciatus*, de la polaca *Micromesistius australis* y del bacalao austral *Salilota australis* en la zona patagónica y fueguina del Atlántico Sudoccidental. Physis, 40(98): 5-14.
- Chong, J. 1993. Estimación de fecundidad y talla de primera madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la pesquería sur-austral. Instituto de Fomento Pesquero, Informe Final, 24 pp.
- Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lönnerberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biol. Pesq., 28: 3-13.
- Cordo, H., L. Machinandiarena, G. Macchi & F. Villarino. 2002. Talla de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico sudoccidental. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Inf. Téc., 47: 5 pp.
- Fortuny, A., N. Bellisio & G. Padilla. 1981. Contribución al estudio biológico pesquero del bacalao austral, *Salilota australis*. Pisces, Moridae. In: V. Agelescu (ed.). Campañas de investigación realizadas en el Mar Argentino por los B/I Shinkai Maru y Walter Herwig y el B/P Maeburg, años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. Mar del Plata, Contr. 383: 104-118.
- Gorini, F. & A. Giussi. 2009. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1995-2008). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Inf. Tec., 54: 9 pp.
- Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. Fish. Bull., 77(4): 765-776.
- Lillo, S., A. Paillamán & S. Pino. 1994. Pesca de investigación de merluza de cola merluza de tres aletas al sur del paralelo 47°S. Subsecretaría de Pesca-Instituto de Fomento Pesquero, Informe Final, 65 pp.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London, 352 pp.
- Manríquez, K., R. Escribano & P. Hidalgo. 2009. The influence of coastal upwelling on the mesozooplankton community structure in the coastal zone off Central/Southern Chile as assessed by automated image analysis. J. Plankton Res., 31(9): 1075-1088.
- Otero, H., S. Veis, R. Perrota, J. Pérez-Comas, M. Simonazzi & M. Renzi. 1981. Distribución, estructura de la población, biomasa y rendimiento potencial de la polaca, el bacalao austral, la merluza de cola y el calamar. In: V. Agelescu (ed.). Campañas de investigación realizadas en el Mar Argentino por los B/I Shinkai Maru y Walter Herwig y el B/P Maeburg, años 1978 y 1979. Resultados de la parte Argentina. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. Mar del Plata, Contrib., 383: 29-41.
- Paredes, F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zeal. J. Mar. Freshw. Res., 39: 1085-1096.

- Pérez-Comas, J.A. 1980. Distribución, áreas de concentración y estructura de la población del bacalao austral (*Salilota australis*, Gunther, 1887) del Atlántico sudoccidental. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 2: 23-37.
- Pope, K.L. & C.G. Kruse. 2007. Condition. In: C.S. Guy & M.L. Brown. (eds.). Analysis and interpretation of freshwater fisheries data. American Fisheries Society, Bethesda, pp. 423-471.
- Quiroz, J.C., R. Wiff, C. Gatica & E. Leal. 2008. Composición de especies, tasas de captura y estructura de tamaño de peces capturados en la pesquería espinelera artesanal de rayas en la zona sur-austral de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36(1): 15-24.
- Sala, E., E. Ballesteros & M. Starr. 2001. Rapid decline of Nassau grouper spawning aggregations in Belize: fishery management and conservation needs. Fisheries, 26: 23-30.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2015. Anuario estadístico de pesca 2014. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 231 pp.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). 2016. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso, 63 pp.
- Vizziano, D. & N. Berois. 1990. Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Scianidae). Biol. Pesq., 19: 39-47.
- Wiff, R., V. Ojeda & J.C. Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. J. Appl. Ichthyol., 23: 270-272.
- Wöhler, O.C. 1987. Contribución al estudio de la distribución batimétrica de algunas especies de peces demersales y calamares en el Mar Argentino. Tesis de Grado, Universidad Nacional Mar del Plata, Mar del Plata, 78 pp.
- Wöhler, O.C., M.C. Cassia & J.E. Hansen. 2001. Evaluación pesquera del bacalao austral (*Salilota australis*) del Atlántico sudoccidental. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 14: 23-36.
- Wöhler, O.C., H.D. Cordo, A.R. Giussi & J.E. Hansen. 2000. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-1998. Informe Interno INIDEP, 8/2000: 27 pp.

Received: 12 July 2016; Accepted: 10 April 2017