

## Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de la zona de Talcahuano, Chile

José F. Cerna<sup>1</sup> y Ciro Oyarzún<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 8-V, Valparaíso, Chile. E-mail: fcerna@ifop.cl

<sup>2</sup>Universidad de Concepción, Casilla 2407-10, Concepción, Chile. E-mail: coyarzun@udec.cl

**RESUMEN.** Se determinó la talla de primera madurez sexual y la fecundidad parcial de la merluza común en el período abril-junio de 1992. Las muestras analizadas fueron recolectadas a bordo de pesqueros industriales de Talcahuano, Chile, en un área que abarcó de los 34°20'S a los 38°00'S. En el cálculo de la talla de primera madurez sexual se utilizaron dos criterios: 1) considerar como hembras maduras aquellas que presentaron ovocitos en estado previtelogénico, vitelogénico, maduro, hidratado y/o folículos postovulatorios, y 2) no considerando de los estados anteriores el previtelogénico. El primer criterio dio una talla de primera madurez de 38,9 cm de longitud total (LT) con un  $r^2 = 0,58$  y en el segundo fue de 46,3 cm de LT con un  $r^2 = 0,30$ .

La fecundidad parcial (FP) (ovocitos > 700  $\mu\text{m}$ ) se relacionó con la LT y el peso total (PT); en ambos casos la relación se ajustó a una regresión lineal simple, con los siguientes parámetros:

$$FP = - 391.144 + 9.732 * LT \quad (\text{predictiva})$$

$$FP = - 5.372 + 132 * PT \quad (\text{funcional})$$

A través de la ecuación de regresión FP - PT y la distribución de frecuencia de longitud para el período, se calculó la fecundidad modal. El porcentaje más alto de aporte lo hicieron las hembras del intervalo de 50-54 cm de LT con un 37%. El mismo análisis, considerando la distribución de frecuencia por edad, consignó el porcentaje más alto para la edad 6 con un 31% de aporte.

**Palabras clave:** Reproducción, fecundidad, *Merluccius gayi*, Talcahuano, Chile.

## Size of first sexual maturity and batch fecundity in the Chilean hake (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) for the area of the industrial fishery of Talcahuano, Chile

**ABSTRACT.** Length at maturity and batch fecundity of the hake south pacific was estimated for the time period extending from April to June of 1992. The samples were collected on board industrial trawlers operating in the Chilean fishery with base port in Talcahuano, in an area, which extends from 34°20' S to 38° S. For the length at first maturity estimations two criteria were considered: 1) to regard as ripe those females presenting oocytes in previtellogenic, vitellogenic, ripe and hydrated condition and /or post-ovulatory follicles, and 2) not taking into account the maturity stages preceding the previtellogenic stage. Using criteria 1, length at first maturity was estimated as 38.9 cm of total length (TL) ( $r^2 = 0.58$ ), while with criteria 2 length at first maturity was 46.3 cm of TL.

Batch fecundity (BF) (>700  $\mu\text{m}$  oocytes) was related with both, TL and total weight (TW) through a linear function with the following parameters:

$$BF = - 391,144 + 9,732 * TL \quad (\text{predictive})$$

$$BF = - 5,372 + 132 * TW \quad (\text{functional}).$$

The modal fecundity was calculated by means of the Bf - TW functional relation and the length frequency distribution for the period. Females distributed in the 50-54 cm length class with an estimated 37% made the highest reproductive contribution. The same analysis but considering the length at age distribution, estimated age 6 as the main contributor to spawning (31%).

**Key words:** Reproduction, fecundity, *Merluccius gayi*, Talcahuano, Chile

## INTRODUCCION

Entre las especies ícticas demersales que se capturan en Chile, la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) es una de las más relevantes por sus niveles de captura e importancia económica. Los niveles de desembarque de merluza común han aumentado progresivamente, desde 26.341 toneladas en 1981 (SERNAP, 1982), hasta 68.107 toneladas en 1994 (esta última cifra corresponde a la cuota de captura fijada por la Subsecretaría de Pesca) (SERNAP, 1995). En Chile, la pesquería se localiza entre los 31°S (Payá *et al.*, 1992) y, por el reporte de capturas, hasta los 46°S (SERNAP, 1995). No obstante, esta especie se distribuye desde el norte del Perú (5°S) (Inada, 1990), hasta el sur de Chile (47°08'S) (Martínez, 1976).

El conocimiento de los aspectos reproductivos, como ciclo de desove, talla y edad de primera madurez sexual, fecundidad y potencial de desove, son aspectos de importancia relevante tanto para el conocimiento de la biología básica del recurso, como para el empleo de métodos de evaluación de stocks. Por ejemplo, la fecundidad parcial es uno de los parámetros básicos para la aplicación del método de producción de huevos, en la cuantificación de la biomasa desovante (Parker, 1985).

Balbontín y Fischer (1981) estiman la talla de primera madurez sexual en 32,3 cm de longitud total (LT) para la zona de Coquimbo; 36,2 cm para la de San Antonio; y 39,4 cm para la de Talcahuano; además determinaron la fecundidad parcial. Por su parte, Goldberg (1985) describe el ciclo de desove a través del análisis histológico de gónadas. Herrera *et al.* (1988) y Amín *et al.* (1989) describen el ciclo ovárico. Furet (1982) estima una talla de primera madurez de 47 cm de LT. Por último Alarcón y Arancibia (1993) informan de una talla de primera madurez de 37 cm de LT y calculan la fecundidad parcial a través del conteo de ovocitos hidratados.

Con excepción del trabajo de Alarcón y Arancibia (1993), los demás cálculos de talla de primera madurez y fecundidad parcial son bastante antiguos. De hecho, el trabajo de Balbontín y Fischer (1981) fue realizado con muestras recolectadas en 1965. Por lo anterior y considerando la variedad de las estimaciones, se ha estimado necesario entregar nuevos antecedentes sobre estos aspectos. Así, el presente estudio tiene como objetivos: a) actualizar la estimación de la talla de primera madurez sexual, y b) estimar la fecundidad parcial de la merluza común explotada industrialmente en Chile.

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio contempló un período de muestreo comprendido entre abril y junio de 1992. Las hembras analizadas provienen de las capturadas de la pesquería de arrastre efectuada entre los 34°20'S y los 38°00'S. De éstas se obtuvo una muestra de 233 ejemplares (160 en abril, 38 en mayo y 35 en junio). En forma arbitraria fueron creados grupos de longitud cada un centímetro, recolectando 10 ejemplares por cada rango de talla. A cada ejemplar se le registraron los siguientes datos: la LT con un ictiómetro de 1 cm de precisión y el peso total (PT) con una balanza mecánica de 1 g de sensibilidad. Las gónadas fueron extraídas y pesadas (n = 90); posteriormente fueron etiquetadas y guardadas en formalina al 10%, para su posterior análisis.

En el laboratorio cada gónada fue pesada con una balanza electrónica de 0,1 g de sensibilidad, para corregir posteriormente el efecto de la formalina sobre el peso de la gónada. A cada ovario izquierdo se le extrajo un trozo de tejido de la región media, para preparar cortes histológicos. Del mismo ovario, en aquellas gónadas que no presentaban signos de desove, se extrajeron tres secciones (zona anterior, media y posterior). A éstas se les registró su peso (0,01 g) y se guardaron en frascos con reactivo de Gilson (Oliva *et al.*, 1986), para la determinación del número de ovocitos. Para determinar la moda de ovocitos más avanzada susceptible de ser desovada, a un grupo de 20 gónadas se le extrajo un trozo de la parte media para la determinación de modas de diámetros de ovocitos. La medición del diámetro se realizó con microscopio estereoscópico, con ocular graduado, donde cada división correspondió a 3,33 mm; en el caso de ovocitos de forma irregular, la medida correspondió al valor promedio entre el diámetro máximo y mínimo.

Para el análisis histológico, las secciones del ovario izquierdo fueron sometidas a técnicas de corte y tinción según Bucke (1972), utilizando en la preparación definitiva Entellan como adhesivo para los cubreobjetos. Las observaciones de las preparaciones se realizaron con microscopio óptico.

Desde el punto de vista histológico las gónadas se clasificaron en 5 estados (Oliva *et al.*, 1986), a saber: inactivo o reposo (I), previtelogénico (PV), vitelogénico (V), maduro (M), y con folículos post-ovulatorios (FPO); además del estado maduro hidratado (MH) (Hunter y Macewicz, 1985) (Tabla 1).

**Tabla 1. Estados de madurez sexual histológicos para hembras de merluza común (estados I, PV, V, M y FPO según Oliva *et al.* (1986) y estado MH según Hunter y Macewicz (1985)).**

**Table 1. Histologic maturity stages for females hake south pacific (stage: Immature (I), Previtellogenic (PV), Vitellogenic (V), Mature (M) and Postovulatory follicle (POF), taken of Oliva *et al.* (1986) and stage Hydrated Mature (HM) according to Hunter and Macewicz (1985)).**

Estados de Madurez	Descripción
Inactivo o en Reposo (I)	Contiene ovocitos primarios, se caracterizan por poseer citoplasma basófilo, núcleo grande esférico con numerosos nucléolos periféricos.
Previtelogénicos (PV)	Ovocitos que se caracterizan por presentar vesículas lipídicas situadas en la periferia del citoplasma y el núcleo se hace proporcionalmente más pequeño, no se distingue zona radiada. Junto a este tipo de ovocitos se presentan ovocitos primarios.
Vitelogénicos (V)	El citoplasma con gránulos de vitelo de color oscuro o rosado, núcleo grande de forma irregular. Se observa capa granulosa y zona radiada. Coexisten con éstos, ovocitos PV e I en menor proporción.
Maduros (M)	Citoplasma uniforme, densamente teñido por la condensación de los gránulos de vitelo. Núcleo desplazado hacia el polo animal, capa granulosa y zona radiada del folículo claramente visible. Junto con estos ovocitos es posible observar V, PV e I.
Maduro Hidratado (MH)	La hidratación implica una rápida incorporación de fluido al folículo. Al realizar el corte de la gónada en la mayoría de los casos se rompe el ovocito liberando su contenido de vitelo, por lo cual las membranas de éste (radiada y granulosa) se observan como estructuras colapsadas y vacías. Presentan forma irregular y de color rosado.
Folículos Postovulatorios (FPO)	Se caracterizan por la presencia de folículos postovulatorios, estructuras que corresponden a las capas foliculares (radiada y granulosa) colapsadas e invaginadas. Los FPO se presentan como ovocitos en etapas de desarrollo avanzado.

Para corregir el posible efecto de la formalina sobre el peso de los ovarios en fresco, en vista a lograr una mejor estimación de fecundidad, se ajustaron los datos a una ecuación de regresión predictiva que relacionó el peso de la gónada en fresco con el peso de la gónada en formalina. Para este cálculo se fraccionó el rango de pesos de los ovarios muestreados (desde 1 hasta 100 g), calculándose una línea de regresión para los ovarios pequeños (de hasta 22 g) y otra para los ovarios grandes (>22 g) (Tabla 2).

Se estableció la relación entre la LT y el PT de las hembras para el período abril-junio de 1992, para determinar el grado de ajuste que tienen estas dos variables, que posteriormente se correlacionaron con la fecundidad modal. También se consideró, la información de frecuencias de longitud y estados de madurez sexual macroscópica, correspondiente a abril-junio, y el índice gonádico (IG) mensual, para 1992 (Payá *et al.*, 1993).

En el cálculo de la talla de primera madurez sexual, se ensayaron dos criterios: 1) considera

sexualmente activas las hembras que presentaban cualquiera de los siguientes estados de madurez: previtelogénico, vitelogénico, maduro, maduro hidratado y/o folículos post-ovulatorios (diámetros de ovocitos  $\geq 260$   $\mu$ m) (Tabla 1). Este criterio ha sido empleado anteriormente por Balbontín y Fischer (1981), a través del análisis macroscópico de las gónadas, por considerar que al igual que en otras especies de merluza, los ovocitos del citado diámetro corresponden al inicio del período de vitelogénesis (Herrera *et al.*, 1988), y 2) similar a 1), exceptuando aquellas hembras que estaban en previtelogénesis.

Los datos se ajustaron a un modelo logístico de la forma siguiente:

$$P = \frac{100}{1 + e^{a+b*LT}}$$

donde:

P = porcentaje de hembras sexualmente maduras

LT = longitud total en cm

a y b = constantes

**Tabla 2. Parámetros de las regresiones lineales que ajustan el peso fresco con el peso en formalina para ovarios pequeños y ovarios grandes de merluza común.**

**Table 2. Estimated linear regression parameters of wet weight on formaline preserved weight for small and large hake south pacific ovaries.**

Relación	Intercepto	Pendiente	r <sup>2</sup>	n
Ovarios pequeños	6,128	0,879	0,79	41
Ovarios grandes	8,094	1,011	0,88	73

La fecundidad parcial corresponde al número de ovocitos de la moda de tamaño más avanzada susceptible de ser desovada. Dicha moda se separaba claramente de otras menores, mediante medidas de diámetros de los ovocitos. Para el cálculo de fecundidad parcial (FP), se procesaron 233 gónadas de las cuales se seleccionaron 51 que reunían las condiciones de madurez gonadal y diámetros de ovocitos adecuados para los cálculos de fecundidad. Es decir, ovarios cuyos ovocitos se encontraban en los siguientes estados de madurez: estado maduro y en algunos casos vitelogénico, eliminando aquellos ovarios que presentaran folículos post-ovulatorios, ya que la presencia de éstos indica que efectivamente hubo desove, lo que subestimaría la fecundidad. A las tres submuestras (secciones anterior, media y posterior) del ovario izquierdo de las 51 gónadas seleccionadas, se les removió la membrana que las envuelve mediante disección. La masa de ovocitos de estas secciones se colocó en un sistema al vacío con un set de tamices, el superior de 700 µm de abertura de malla, el intermedio de 500 µm y el inferior de 330 µm. Esto permitió separar la moda más avanzada, de otras secundarias. Luego, la totalidad de los ovocitos retenidos por el tamiz de 700 µm fue depositada en una cápsula Petri y contada bajo microscopio estereoscópico con 32x de aumento.

Para calcular el número total modal de ovocitos se utilizó la siguiente expresión (Oliva *et al.*, 1986):

$$Fm = (1/n) \sum_{i=1}^n (h_i / WS_i) * W_0$$

donde:

- Fm = fecundidad modal en número de huevos
- H<sub>i</sub> = número de ovocitos en la submuestra i
- WS<sub>i</sub> = peso de la submuestra i (g)
- W<sub>0</sub> = peso de la gónada (g)
- n = número de submuestras

La fecundidad relativa (FR) correspondió al nú-

mero de ovocitos de la moda más avanzada, expresada de dos formas: 1) por unidad de peso del pez (g), y 2) por unidad de peso del pez (g) sin considerar el peso de las gónadas (Nikolsky, 1963).

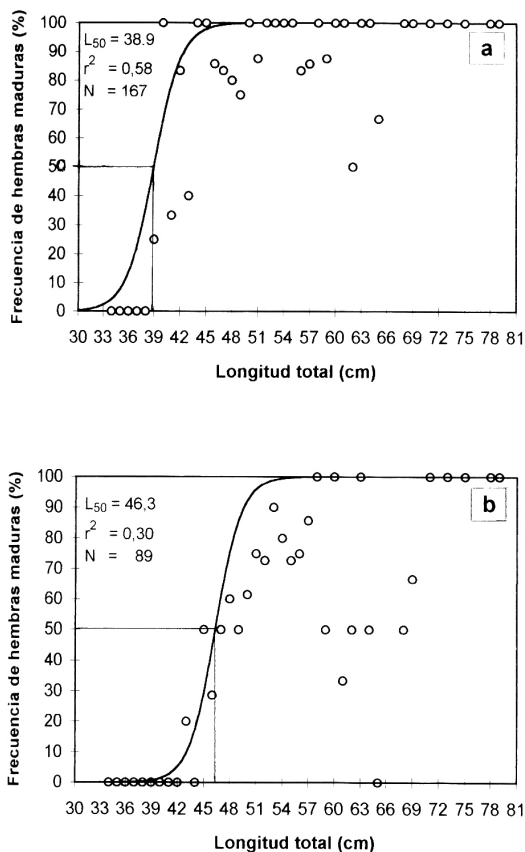
Para determinar la fecundidad modal o fecundidad media poblacional (Claramunt *et al.*, 1994), por talla y edad, se utilizó la fecundidad parcial y la distribución de frecuencias de longitud total de hembras en el área de la pesquería industrial, correspondiente al segundo trimestre de 1992. A partir de esta distribución se confeccionaron intervalos arbitrarios de longitud cada 5 centímetros; las frecuencias observadas se ponderaron con la ecuación correspondiente a la talla del 50% de primera madurez sexual (calculada de acuerdo al primer criterio de madurez). En la estimación de la edad, las frecuencias de longitud total se transformaron a frecuencias de edad, utilizando los parámetros de crecimiento estimados por Aguayo y Ojeda (1987).

## RESULTADOS

La relación longitud-peso se ajustó a un modelo potencial de la forma:  $PT = 0,016 LT^{2,77}$  ( $r^2 = 0,96$ )

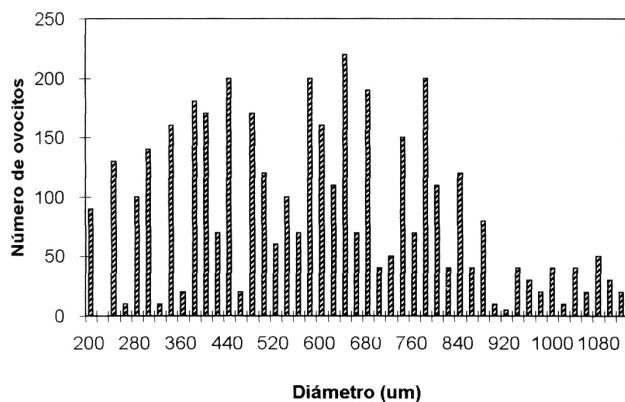
Sobre la base del criterio 1, el método del 50% de las hembras maduras (L50), dio una talla de primera madurez de 38,9 cm (edad 4); los parámetros de esta ecuación fueron:  $a = 24,55$  y  $b = -0,632$ ,  $r^2 = 0,58$  (Fig. 1a). Utilizando el segundo criterio, el mismo método entregó una talla de primer desove de 46,3 cm (edad 5); los parámetros de esta ecuación fueron:  $a = 31,21$  y  $b = -0,675$ ,  $r^2 = 0,30$  (Fig. 1b). Para estas determinaciones se consideraron sólo los datos de las hembras muestreadas en abril, período que comprende, aproximadamente, al máximo secundario de desove (Payá *et al.*, 1993).

En la distribución de frecuencia numérica del diámetro de los ovocitos en 20 ovarios en estado maduro, se observó la moda más avanzada entre los 700 y 980 µm aproximadamente; además de un rango aproximado de ovocitos en vitelogénesis entre 520 y 680 µm y otro de ovocitos hidratados de diámetros superiores a 1.000 µm, correspondientes a dos ejemplares no considerados en el cálculo de fecundidad (Fig. 2). Estos resultados determinaron el uso de un tamiz de 700 µm para separar la moda más avanzada de las restantes.



**Figura 1. Curva logística para la talla de primera madurez sexual de la merluza común por el método del 50% de hembras maduras: a) basado en el primer criterio de madurez, y b) basado en el segundo criterio de madurez.**

**Figure 1. Logistic curve for hake south pacific female length at 50% maturity: a) based on the first maturity criterion, and b) based on the second criterion.**



**Figura 2. Frecuencia numérica de ovocitos intraováricos, según diámetro (mm), en ovarios de merluza común.**

**Figure 2. Hake south pacific oocytes diameter frequencies (mm).**

Se determinó la fecundidad parcial de hembras cuyas tallas fluctuaron entre 43 y 79 cm de LT. El número de ovocitos de la moda más avanzada (>700 μm), varió entre 44.124 y 398.545 (promedio = 142.031; desviación estándar = 70,44; n = 51).

La relación entre la fecundidad parcial (FP) y la LT de las hembras presentó un mejor ajuste con el siguiente modelo de regresión lineal predictivo (Fig. 3a):

$$FP = - 391.144,03 + 9.732,26 * LT \quad (r^2 = 0,73)$$

La relación entre FP y el PT de las hembras correspondió a una regresión lineal, estimando tanto la predictiva como la funcional (Fig. 3b). En el primer caso los parámetros de la ecuación fueron los siguientes:

$$FP = - 12.910,46 + 138,94 * PT \quad (r^2 = 0,76)$$

y en el segundo:

$$FP = - 5.372,25 + 132,18 * PT$$

La fecundidad relativa calculada es independiente del peso del pez. El ajuste de los datos a una regresión lineal simple dio como resultado un  $r^2 = 3,96$ .

Tomando en cuenta los resultados entregados, los valores de la fecundidad relativa se expresaron en promedio de ovocitos con su respectiva desviación estándar. El cálculo basado en el peso corporal tuvo valores extremos de 81 y 207 huevos por g de peso del pez (promedio = 125; desviación estándar = 30,4; n = 51). La estimación basada en el peso corporal menos el peso de la gónada varió entre 85 y 239

(promedio = 135; desviación estándar = 35,8; n = 51).

Para la estimación de la contribución porcentual de huevos de acuerdo a la talla (fecundidad modal), se obtuvo que los mayores aportes al desove lo realizaron las hembras de 45 a 59 cm de LT (Tabla 3).

Al estimar la contribución porcentual de huevos de acuerdo a la edad, se constató que la mayor contribución porcentual

**Tabla 3. Fecundidad modal de merluza común por intervalos de LT de 5 cm., el porcentaje de la distribución de frecuencia longitud se ajustó con la ecuación de la talla de primera madurez sexual (Ecuación calculada según el primer criterio de madurez).**

**Table 3. Hake south pacific spawning females modal fecundity by 5 cm total length at mature female proportion (spawning females) obtained by estimated maturity function.**

Intervalo de LT	Distribución de frecuencia longitud (%)	Fecundidad parcial promedio	Proporción en número de huevos por intervalo de LT	Contribución de huevos (%)
30-34	0.02	34676	694	0.00
35-39	1.94	41276	80075	0.78
40-44	14.62	56058	819568	8.02
45-49	33.77	86325	2915195	28.52
50-54	33.10	114683	3796007	37.14
55-59	14.43	151069	2179926	21.33
60-64	1.99	196807	391646	3.83
65-69	0.11	242809	26709	0.26
> 70	0.03	378702	11361	0.11

**Tabla 4. Fecundidad modal de merluza común por edad; el porcentaje de la distribución de frecuencia por edad se ajustó con la ecuación de la talla de primera madurez sexual (Ecuación calculada según el primer criterio de madurez).**

**Table 4. Hake south pacific spawning females modal fecundity by age female proportion at mature female proportion (spawning females) obtained by estimated maturity function.**

Edad	Distribución de frecuencia por edad (%)	Fecundidad parcial promedio	Proporción en número de huevos por edad	Contribución de huevos (%)
2	0.00	14541	0	0.00
3	0.31	38497	11934	0.12
4	12.01	49666	596489	5.84
5	30.55	81617	2493399	24.41
6	29.55	105687	3123051	30.58
7	18.73	132234	2476743	24.25
8	6.73	163449	1100012	10.77
9	1.52	182995	278152	2.72
10	0.47	206476	97044	0.95
11	0.08	228382	18271	0.18
>12	0.06	313846	18831	0.18

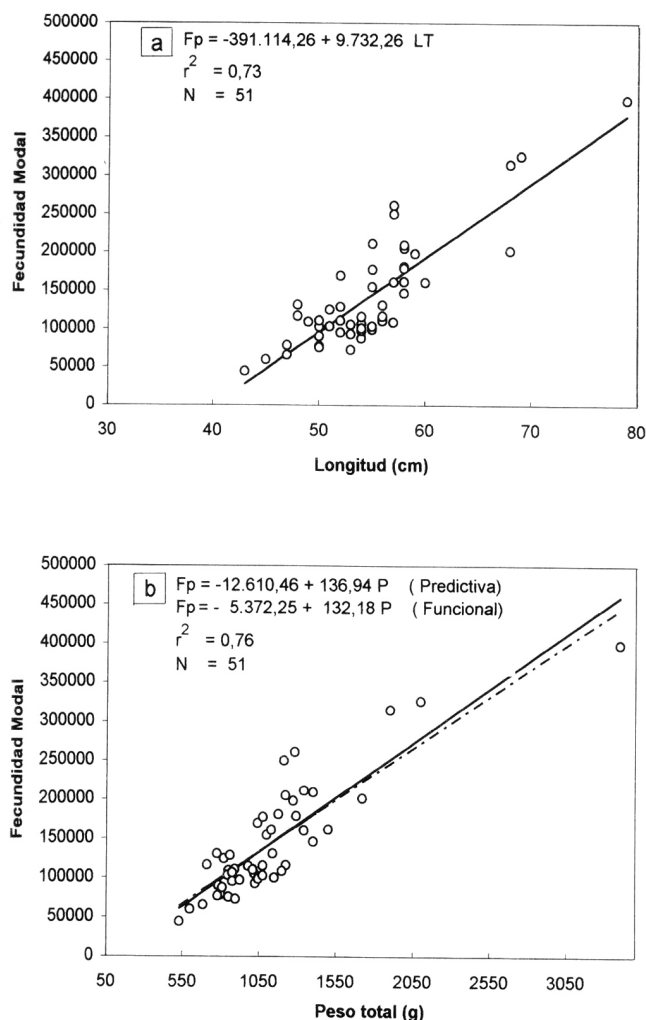
fue hecha por hembras de 5 a 7 años (Tabla 4).

## DISCUSION

El peak máximo del desove de la merluza común para el primer semestre de 1992 se determinó en marzo (Payá, *et al.*, 1993) (Fig. 4a). Producto de dificultades para tomar la información en ese mes, el mayor número de muestras fue obtenido en abril, cuando el valor del IG venía descendiendo. Esto podría implicar cierto margen de error en la determinación de la talla de primera madurez sexual, pero éste se consideró mínimo tomando en cuenta que la proporción de hembras maduras en abril es alta (Payá, *et al.*, 1993) (Fig. 4b).

En la determinación de la talla de primera madurez sexual (método del L50), se utilizaron dos criterios. El primero consideró como hembras sexualmente activas los estados de madurez previtelogénico (PV), vitelogénico (V), maduro (M), maduro hidratado (MH) y folículos postovulatorios (FPO). El estado previtelogénico (PV) cuando las gónadas presentaban ovocitos mayores e iguales a 260  $\mu\text{m}$  de diámetro, es similar al aplicado por Balbontín y Fischer (1981), argumentando que las gónadas en estado 2 con ovocitos de este diámetro se encontrarían en un proceso de inicio de la vitelogénesis y es el diámetro mínimo utilizado para las determinaciones de fecundidad total. Un segundo criterio es considerar como hembras maduras los cuatro últimos estados señalados anteriormente (V, M, MH y FPO) descartando el estado previtelogénico, por considerar que no están efectivamente en actividad reproductiva, debido a que la observación histológica de los ovocitos en este estado no presenta gránulos de vitelo, sino que tan sólo vesículas lipídicas, estructuras que potencialmente van a dar origen al vitelo y que también se pueden presentar en época de reposo.

A través del primer criterio se obtuvo una talla de primer desove de 38,9 cm de



**Figura 3.** Regresión lineal que ajusta la relación entre la fecundidad parcial y a) la longitud total y b) el peso total de la merluza común, para el período abril-mayo 1992. Regresión predictiva (línea continua) y regresión funcional (línea a trazos).

**Figure 3.** Linear regression of hake south pacific a) batch fecundity on total length and b) batch fecundity on total weight for the period april - may 1992. Predictive regression (continuous line) and functional regression (dashed line).

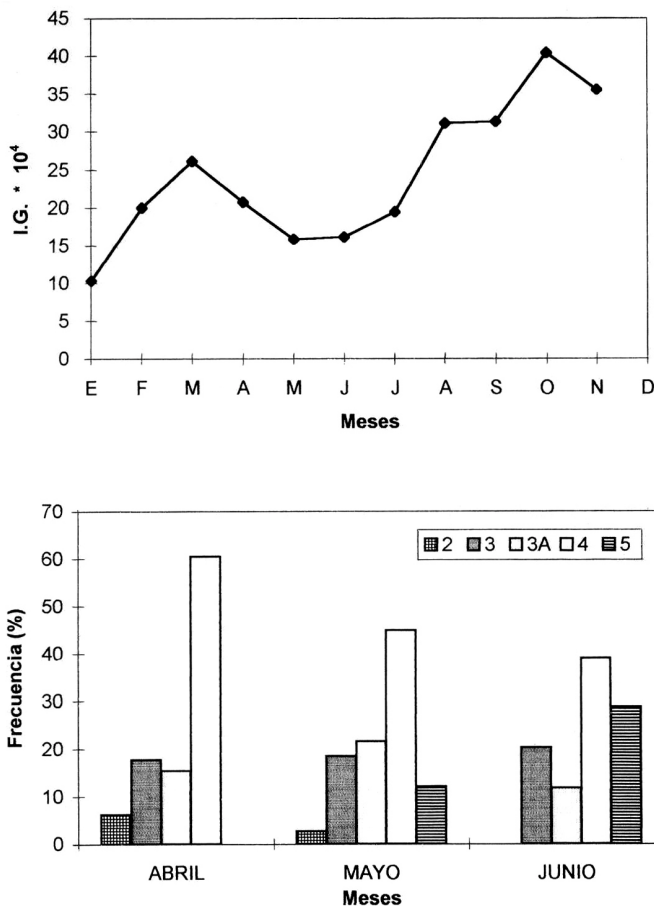
LT, similar al encontrado por Balbontín y Fischer (1981) en el área de Talcahuano (39,4 cm LT) y al registrado por Alarcón y Arancibia (1993) (37 cm LT). En el segundo caso, el valor obtenido difiere bastante de los anteriores, registrándose una talla de 46,3 cm LT; hay que hacer notar que este último cálculo presentó un ajuste mucho menor ( $r^2 = 0,30$ ) que el primero ( $r^2 = 0,58$ ), lo que estadísticamente es poco confiable, aunque desde el punto de vista biológico podría ser más acertado, por considerar en el cálculo las hembras que efectivamente han iniciado la actividad

de madurez. Esto se basa en que sólo la clara presencia de vitelo en los ovocitos da una mayor certeza de que dichas gónadas concluirán el proceso de madurez. En cambio, la incorporación de gónadas con ovocitos en estado previtelogénico podría no incluir dicho proceso durante la temporada, puesto que Balbontín y Fischer (1981) estiman un grado de atresia en los ovocitos vitelogénicos del orden del 5%, porcentaje que obviamente podría ser mucho mayor para los previtelogénicos.

Pese a lo atendible de las razones señaladas, se consideró como la estimación más acertada, la realizada sobre la base del primer criterio (incorporando el estado previtelogénico), puesto que dicho cálculo es estadísticamente mucho más confiable por presentar un  $r^2$  más alto, encontrándose un resultado más aceptable que el obtenido con el segundo criterio, ya que de ser utilizado este último, afectaría en un porcentaje apreciable la talla mínima de extracción del recurso.

De acuerdo con las distribuciones de frecuencia de longitud de hembras correspondientes al segundo trimestre de 1992, aportadas por muestreos de IFOP y a los resultados del presente estudio, el 3,8% estuvo bajo la talla de primera madurez sexual. Esta distribución de longitud, transformada a distribución por edad, indica que el 2,3% estuvo bajo la edad de primera madurez.

La fecundidad parcial se correlacionó con la longitud y el peso total, lográndose un mejor ajuste en ambas relaciones con una regresión lineal simple. A través de estas estimaciones se observa que la fecundidad aumenta con la longitud total y peso del pez, mostrando este último un mejor ajuste que la longitud ( $r^2 = 0,76$ ). Según Hunter *et al.* (1985) en la relación de la fecundidad parcial con el peso total, el modelo de regre-



**Figura 4. a) Promedio mensual del índice gonádico de hembras de merluza común en 1992. b) Distribución de frecuencia de los estados de madurez sexual macroscópica de merluza común, de abril a junio de 1992.**

**Figure 4. a) Monthly average gonadosomatic index of hake south pacific female in 1992. b) Frequency distribution of hake south pacific sexual maturity stages, april - june of 1992.**

sión lineal es preferible porque: 1) explica mejor la relación que el modelo curvilíneo, 2) este coeficiente de regresión tiene un significado biológico simple ( $b$  = fecundidad de la puesta por gramo de peso del pez,  $Y$  = fecundidad promedio de la puesta), y 3) en la estimación de producción de huevos la fecundidad de los peces grandes y pequeños no son críticos como la de los peces de rango medio, que se explica muy bien por el modelo lineal simple.

Los resultados de fecundidad obtenidos en este estudio muestran parámetros y una fecundidad modal promedio muy similar (142.031 huevos) al registrado por Alarcón y Arancibia (1993) quienes obtienen un valor de 143.397 ovocitos por hembra. A pesar que esta última estimación fue hecha en la época de máximo desove del

mismo año, que correspondió a agosto. Estos resultados pueden confirmar la apreciación de que «el método de la moda más avanzada usualmente entrega resultados similares al basado sobre el conteo de ovocitos hidratados» (Hunter y Golberg, 1980; fide Hunter *et al.*, 1985).

Por su parte, el promedio de la fecundidad relativa que considera el peso del pez sin el peso de la gónada dio 135 ovocitos, valor más alto que el obtenido por el cálculo de fecundidad relativa considerando el peso total (125); la primera estimación se considera más acertada ya que es más parecida a la registrada en la pendiente de la regresión fecundidad-peso, tanto predictiva (138 huevos/g pez) como funcional (132 huevos/g pez), que según Hunter *et al.* (1985), sería el parámetro que en una regresión lineal daría cuenta de la fecundidad relativa.

En cuanto a la fecundidad modal, ésta muestra tanto para las tallas como para la edad de merluza común un mayor aporte de los rangos intermedios, siendo menor en las tallas y edades extremas.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir lo siguiente: - La regresión longitud-peso para hembras de merluza común se ajustó a una ecuación potencial de la forma:  $P = aL^b$ . - La talla de primera madurez correspondió a 38,9 cm de LT, edad 4 años, con un  $r^2 = 0,58$ . Una segunda estimación, pero estadística-mente menos confiable fue de 46,6 cm de LT, edad 5 años, con un  $r^2 = 0,30$ . - Sobre la base de las distribuciones de frecuencias de longitud, correspondientes al segundo trimestre de 1992 y a la talla al 50%



de primera madurez sexual, se determinó que el 3,8% se encontraba bajo esa talla. Con estas distribuciones transformadas a frecuencia por edad, se estableció que el 2,3% se encontraba bajo la edad de primera madurez. - Las estimaciones de fecundidad parcial se relacionaron con la LT y el PT del pez. En ambos casos el mejor ajuste correspondió a una regresión lineal de tipo predictiva cuyos parámetros son: a)  $FP = -391.144 + 9.732 * LT$ , y b)  $FP = -12.911 + 139 * PT$ . Para este último caso también se calculó la regresión funcional, con los siguientes parámetros:  $FP = -5.372,25 + 132,18 * PT$  - La fecundidad relativa calculada sobre la base del peso de la gónada y el peso corporal dio un valor promedio de 125 (ovocitos/gr), con una desviación estándar de 30,4. La misma estimación pero sin el peso de la gónada, dio un promedio de 135 con una desviación estándar de 35,8. - La mayor contribución porcentual del número de huevos la realizaron las hembras de 45 a 59 cm LT, de entre 5 y 7 años, siendo los porcentajes más altos de aporte los registrados por las hembras del intervalo 50-54 cm LT, de 6 años, con 37 y 31%, respectivamente.

## REFERENCIAS

- Aguayo, M. y V. Ojeda. 1987.** Estudio de la edad y crecimiento de merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) Gadiformes-Merluccidae. Invest. Pesq., Chile, 34: 99-112.
- Alarcón, R. y H. Arancibia. 1993.** Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Cienc. Tec. Mar, 16: 33-45.
- Amin, M., R. Román, O. Marín y M. Delpin. 1989.** Histología de los ovarios de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) respecto al desove. Bol. Soc. Biol. Concepción, 60: 25-34.
- Balbondín, F. y 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(1): 111-132.
- Balbondín, F. y W. Fischer. 1981.** Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 17(3): 285-334.
- Bucke, D. 1972.** Some histological techniques applicable to fish tissues. In: L.E. Mawdsley-Thomas (ed.). Diseases of Fish. Symp. Zool. Soc. Lond., 30: 153-189.
- Bustos, R., M. Aguayo, J. Sateler, J. Donoso, S. Avilés y C. Vera. 1991.** Estado de situación y perspectivas del recurso: diagnóstico de las principales pesquerías nacionales (peces) zona centro-sur, 1990. CORFO-IFOP, Santiago-Chile, AP 91/7, 62 pp.
- Claramunt G., G. Herrera y P. Pizarro. 1994.** Producción potencial anual de huevos por tallas en *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) del norte de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 29 (2): 211-233.
- Furet, L. 1982.** Ciclo reproductivo de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) mediante estudio histológico de las gónadas. Tesis de Licenciado en Biología Marina, Universidad de Concepción, 32 p.
- Golberg, S. 1985.** Seasonal spawning cycle of *Merluccius gayi* (Merluccidae) from Chile. Bull. Southern California Acad. Sci., 84(3): 172-174.
- Herrera G., E. Bustos-Obregón y F. Balbondín. 1988.** Morphological aspects of gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(1): 55-71.
- Hunter, J.R., N.C.H. Lo y R. Leong. 1985.** Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA tech. Rep. NMFS, 36: 67-77.
- Hunter, J.R. y B.J. Macewicz. 1985.** Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- Inada, T. 1990.** FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). FAO Fisheries Synopsis, 125 (10): 319-345.
- Martínez, G.E. 1976.** Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 16(1): 71-93.
- Nikolsky, G.V. 1963.** The ecology of fishes. Academic Press, New York, 352 pp.
- Oliva J.N., J.W. Carbajal y A. Tresierra. 1986.** Reproducción e histología de gónadas de peces. Univ. Nacional de Trujillo, Depto. Ciencias Biológicas,

Sección de Recursos Acuáticos, Trujillo, Perú, 93 pp.

**Parker, K. 1985.** Biomass model for the egg production method. *In*: R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 5-6.

**Payá, I., J. Sateler, J. Donoso y S. Mora. 1992.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1991. Pesquerías demersales. Peces zona centro-sur: estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP, Santiago, Chile, AP 92/3: 32 pp.

**Payá, I., J. Sateler, J. Donoso y S. Mora, 1993.** Diag-

nóstico de las principales pesquerías nacionales 1992. Pesquerías demersales. Peces zona centro-sur: estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP, Santiago, Chile, AP 93/2: 41 pp.

**Servicio Nacional de Pesca (SERNAP). 1981.** Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Servicio Nacional de Pesca, Chile, 91 pp.

**Servicio Nacional de Pesca (SERNAP). 1994.** Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Servicio Nacional de Pesca, Chile, 239 pp.

*Recibido el 8 de noviembre de 1996.*

*Aceptado el 15 de abril de 1998.*