

DETERMINACION DE LA TALLA DE MADUREZ SEXUAL Y FECUNDIDAD PARCIAL EN LA SARDINA COMUN, *STRANGOMERA BENTINCKI* (NORMAN, 1936), DEL AREA DE TALCAHUANO, CHILE.

DETERMINATION OF THE SIZE AT SEXUAL MATURITY AND BATCH FECUNDITY IN COMMON SARDINE, *STRANGOMERA BENTINCKI* (NORMAN, 1936), OFF TALCAHUANO, CHILE.

Hugo Arancibia, Luis Cubillos, Jorge Remmaggi y Rubén Alarcón

RESUMEN

Se determina la talla de madurez sexual y la fecundidad parcial en *Strangomera bentincki* con muestras obtenidas de Chile central en el período de desove, en 1991. La longitud de primera madurez sexual (criterio del 50% de hembras maduras) correspondió a 11 cm de longitud total. La fecundidad parcial promedio es 12.059 ovocitos por hembra, y la fecundidad relativa promedio es 388 ovocitos por gramo (peso sin ovario). La relación entre la fecundidad parcial (F, número de ovocitos) y el peso total (PT, gramos) del pez queda expresada por la función $F = 3.194,51 \text{ EXP}(0,039 \cdot \text{PT})$.

Palabras claves: Reproducción, índice gonadosomático, fecundidad parcial.

ABSTRACT

The size at maturity and batch fecundity in common pilchard, *Strangomera bentincki*, off central Chile are determined with samples from the spawning season, in 1991. The size at first maturity (criterium of 50% of mature females) is at 11 cm of total length. The batch fecundity is 12,059 oocytes by female, and the relative fecundity is 388 oocytesgram⁻¹ (without ovary). The relationship between batch fecundity (F, number of oocytes) and total weight (TW, grams) is described by the formula $F = 3,194.51 \text{ EXP}(0.039 \cdot \text{TW})$.

Key words: Reproduction, gonadosomatic index, batch fecundity.

Fecha de recepción: 30 - 12 - 93. Fecha de aceptación: 25 - 7 - 94.

INTRODUCCION

La pesca industrial de cerco en Chile central es la más importante del país, debido a los altos niveles de desembarques alcanzados (48% del desembarque total nacional en 1992). Esta pesquería centra su esfuerzo en el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), siguiéndole en importancia la sardina común (*Strangomera bentincki*) y la anchoveta (*Engraulis ringens*).

Después de un largo período de capturas bajas, entre 1975 y 1988 (Cubillos & Arancibia, 1993), la sardina común se ha constituido nuevamente en un importante recurso pesquero pelágico del área de Talcahuano; en 1991, las capturas, alrededor de 565 mil toneladas presentaron un fuerte incremento (34%) respecto del año 1990, aunque en 1992 descendieron en 18% (SERNAP, 1991, 1992, 1993).

Debido a que las capturas de *S. bentincki* son altamente dependientes del reclutamiento, que ocurre en primavera y verano, se ha señalado que el incremento de las capturas en los últimos años es consecuencia de una serie de reclu-

tamientos fuertes (Cubillos & Arancibia, 1993). Actualmente, se observa una juvenilización de las capturas y una tendencia decreciente en la biomasa del stock adulto (Cubillos y Arancibia, *op. cit.*).

En atención a la importancia de *S. bentincki* como recurso pesquero regional, es necesario actualizar la información biológica básica para eventuales medidas de su ordenamiento pesquero. Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo son: (1) actualizar la información respecto de la talla de madurez sexual de *S. bentincki* y su época principal de desove, y (2) estimar su fecundidad parcial, la que no ha sido analizada anteriormente para esta especie.

MATERIALES Y METODOS

Los individuos de *S. bentincki* fueron muestreados periódicamente de los desembarques de

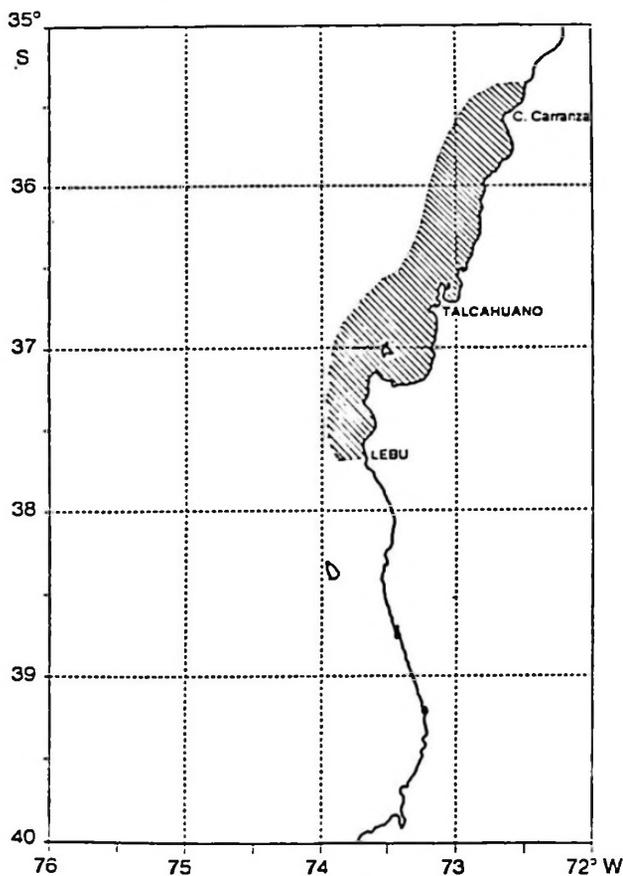


Figura 1. Área principal de pesca de *S. bentincki* en la zona centro-sur de Chile. Fuente: Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile, 1992.

Fishing area of *S. bentincki* in central-southern Chile. Source: Fisheries Research Institute at Talcahuano, Chile, 1992.

embarcaciones cerqueras que operaron en la zona comprendida entre 35°40' L.S y 37°10' L.S (Fig. 1), desde agosto a octubre de 1991. El número de hembras analizadas fue de 1.420; a cada ejemplar se le determinó la longitud total (LT; precisión 0,5 cm) y el peso total (PT; precisión 0,1 g). Además, en las hembras se registró el peso de la gónada y su estado de madurez sexual, según una escala macroscópica modificada de seis puntos para reproductores parciales (Holden y Raitt, 1975 *vide* Oliva *et al.*, 1986)(Tabla 1).

La época de desove fue determinada sobre la base del comportamiento de tres índices, a saber:

a) Índice gonádico (Ig), que se define como

$$Ig = \left(\frac{Pg}{LT^3} \right) \cdot 10000 \quad (1)$$

donde Pg es el peso de la gónada (g); LT es la longitud total (cm).

b) Factor de Condición Corregido (Kc). Este elimina el efecto del ovario y refleja el verdadero estado fisiológico del pez durante el período de desove. Su expresión es

$$Kc = \left[\frac{(PT - Pg)}{LT^3} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

donde PT es el peso total del individuo (g); Pg y LT han sido definidos anteriormente.

c) Índice Gonadosomático (IGS), que se define como

$$IGS = \frac{Pg}{(PT - Pg)} \cdot 100 \quad (3)$$

donde Pg y PT han sido definidos previamente.

La talla de madurez sexual fue determinada según el criterio del Incremento Relativo del Índice Gonadosomático (Finucane & Collins, 1984; *vide* Padilla *et al.*, 1990), identificándose ésta a través del mayor incremento del IGS entre grupos de tallas consecutivos de medio centímetro de longitud total.

El incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) se define como:

$$IR. IGS = \frac{(IGS_{j+1} - IGS_j)}{IGS_j} \cdot 100 \quad (4)$$

donde IGS_{j+1} es el índice gonadosomático promedio de la clase de tamaño $j+1$; IGS_j es el índice gonadosomático promedio de la clase de tamaño j .

Además, la talla de primera madurez sexual se determinó a través del criterio del 50% de

hembras maduras, de acuerdo a lo descrito por Coello & Arriaga (1989) y Hernández & Cordo (1986, *vide* Alarcón & Arancibia, en prensa). Para este efecto, se consideró maduras aquellas hembras cuyas gónadas se encontraron en los estados III, IV y V (Tabla 1). La expresión utilizada es una función de tipo logística, cuya forma es:

$$P_{LT} = \frac{100}{[1 + e^{-(a + b \cdot LT)}]} \quad (5)$$

Tabla 1. Escala empírica de madurez sexual (EMS) para hembras de *S. bentincki* basada en Holden & Raitt (1975) *vide* Oliva *et al.* (1986).

Empirical scale of sexual maturity (EMS) for females of *S. bentincki*, based in Holden & Raitt (1975) *vide* Oliva *et al.* (1986).

EMS	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal; rosáceos, translúcidos, ovocitos invisibles a simple vista.
II	Virgen madurando, en recuperación.	Ovarios que alcanzan casi la mitad de la longitud de la cavidad abdominal. Color rosado y ovocitos invisibles a ojo desnudo.
III	Madurando	Ovarios cubren cerca de 2/3 de la cavidad abdominal. Color rosado a amarillo. Aspecto granular; ovocitos visibles.
IV	Maduro	Ovario turgente, de gran volumen, con zonas translúcidas, 2/3 de la cavidad abdominal; de color anaranjado opaco, al presionar fluyen ovocitos hidratados. Grandes huevos maduros, transparentes. Vasos sanguíneos superficiales visibles.
V	Hidratado	El ovario ocupa toda la cavidad abdominal. Color rosado, casi transparente; vasos sanguíneos superficiales poco visibles; huevos transparentes y su volumen se ha duplicado en relación a los ovocitos maduros.
VI	En regresión	Ovario flácido, distendido, contraído a la mitad de la cavidad abdominal. Paredes delgadas, flojas y lumen grande. Pueden aún contener restos de huevos opacos, maduros, en desintegración, oscurecidos o translúcidos; muy sanguinolentos. Este ovario pasa a II.

donde P_{LT} es la proporción de hembras sexualmente maduras a la longitud total LT ; a y b son constantes. El ajuste se realizó mediante el paquete computacional FISHPARM (Saila *et al.*, 1988).

Inmediatamente antes del desove, los ovocitos que han completado el proceso vitelogénico comienzan a adquirir fluidos; en consecuencia, aumentan su volumen, considerándose éste el término de su desarrollo. Se supone que todos estos ovocitos hidratados serán liberados en el actual período de desove (Hunter & Goldberg, 1980). La estimación de la fecundidad parcial se basó en la identificación y cuantificación de ovocitos

hidratados (Hunter & Goldberg, 1980; Alheit & Alegre, 1986; Alarcón & Arancibia, en prensa).

Se separó aquellas hembras con ovarios hidratados, las que se corresponden con el estado V de la escala propuesta por Holden & Raitt (1975 *vide* Oliva *et al.*, 1986), adaptada para los propósitos de este trabajo (Tabla 1). Los ovarios fueron conservados en solución de 10% de formalina comercial. Como resultado del proceso de fijación ocurrió un incremento del 8,9% en el peso de los ovarios en relación al peso fresco, por lo que se aplicó esta constante como factor de corrección a los datos de peso del material fijado.

Para el recuento de ovocitos hidratados se tomaron tres submuestras del ovario derecho, una de la parte anterior, otra de la parte media y la última de la región posterior (Alheit & Alegre, 1986), de aproximadamente medio gramo cada una, las que fueron pesadas independientemente, con 1 mg de sensibilidad. El número total de ovocitos hidratados de cada gónada se calculó de acuerdo a la siguiente expresión (Oliva *et al.*, 1986)

$$F = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i}{WS_i}\right) * W_o \quad (6)$$

donde F es la fecundidad parcial (número de ovocitos hidratados por hembra); H_i es el número de ovocitos de la submuestra i ; WS_i es el peso de la submuestra i (g); W_o es el peso del ovario (g); n es el número de las submuestras.

RESULTADOS

El rango de tamaños de hembras de *S. bentincki* analizadas estuvo comprendido entre 4 y 19 cm de longitud total (promedio: 14 cm; desviación estándar: 2,2 cm). El número de hembras examinadas fue de 1.420 (Tabla 2). En agosto de 1991 predominaron los estados de madurez III y IV; en septiembre y octubre predominó el estado de madurez II.

En la determinación de la talla de madurez sexual se consideró sólo hembras capturadas en la época de máxima actividad ovárica, la que ocurrió en agosto de 1991. El índice gonadosomático promedio (sin considerar hembras hidratadas) fue de 7,93% ($n = 596$; desviación estándar = 5,10; Fig. 2).

Tabla 2. Frecuencia (porcentual y numérica) de hembras de *S. bentincki* por estado de madurez sexual (EMS), entre agosto y octubre de 1991. Para detalles de EMS, ver Tabla 1.

Number and percentage of females of *S. bentincki* by sexual maturity stage (EMS), from August to October, 1991. See Table 1 for details of EMS.

EMS	Agosto (%) (n°)		Septiembre (%) (n°)		Octubre (%) (n°)	
I	0	0	33,0	98	0,6	3
II	19,5	116	47,0	139	71,8	379
III	29,3	175	16,9	50	9,0	48
IV	34,3	204	3,1	9	6,3	33
V	15,1	90	0	0	0,2	1
VI	1,8	11	0	0	12,1	64
Total	100,0	596	100,0	296	100,0	528

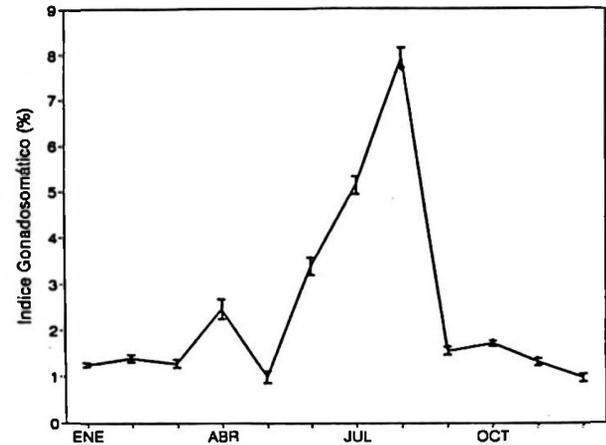


Figura 2. Índice gonadosomático promedio mensual en *S. bentincki*, entre enero y diciembre de 1991. Las barras verticales señalan ± 1 error estándar.

Mean monthly gonadosomatic index in *S. bentincki*, from January to December, 1991. The vertical bars show ± 1 standard error.

La talla de primera madurez, determinada por el método del mayor Incremento Relativo del IGS promedio (IR.IGS), corresponde a 10 cm de LT (Tabla 3), con un incremento de 109,8%. Por otro lado, la talla de madurez determinada a través del método de 50% de hembras maduras ($LT_{50\%}$), proporciona un valor de 11 cm de LT (Fig. 3).

Tabla 3. Índice gonadosomático promedio (IGS) por clase de longitud total en hembras de *S. bentincki*, en agosto de 1991.

Mean gonadosomatic index (IGS) by total length classes in females of *S. bentincki*, August 1991.

Longitud Total (cm)	Frecuencia	IGS	Incremento del IGS (%)
8,5	1	0,00	0,0
9,0	0	0,00	0,0
9,5	3	1,35	0,0
10,0	23	2,84	109,8
10,5	50	3,10	9,5
11,0	56	3,90	25,5
11,5	46	4,81	23,5
12,0	40	6,59	36,8
12,5	22	5,26	-20,1
13,0	5	8,33	58,3
13,5	4	7,34	-11,8
14,0	13	8,47	15,3
14,5	35	8,69	2,6
15,0	41	10,18	17,1
15,5	57	8,49	-16,6
16,0	78	9,41	10,9
16,5	51	9,49	0,8
17,0	31	12,06	27,1
17,5	12	10,09	-16,3
18,0	1	7,71	-23,6

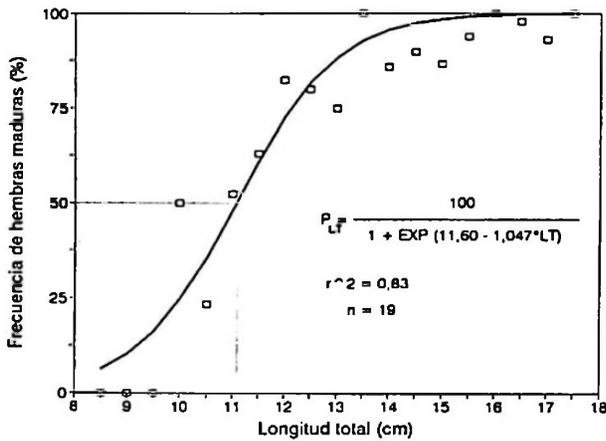


Figura 3. Talla de madurez sexual según el criterio de 50% de hembras maduras en *S. bentincki* del área de Talcahuano (agosto de 1991). Los cuadrados señalan la frecuencia observada y la línea señala el ajuste dado por la Ecuación 5.

Length at sexual maturity according with criterium of 50% of mature females in *S. bentincki* and the line indicates the predicted values according to Equation 5.

En 1991, el desove principal de *S. bentincki* ocurrió en agosto, lo que se refleja en el brusco descenso del IGS en septiembre (Fig. 2); en agosto, el 78,7% de las hembras analizadas se encontraban maduras, alcanzando a 20% en septiembre y 15,5% en octubre como (Tabla 2). En agosto de 1991 se observaron los valores más altos de IGS e Ig (Tabla 4), con promedios de 7,93% y 5,54%, respectivamente, confirmando una alta actividad ovárica. Contrariamente, el factor de condición corregido presenta los valores más bajos del período en estudio ($Kc = 0,76\%$), indicando un alto gasto energético en el proceso reproductivo.

Tabla 4. Promedio mensual del Índice Gonadosomático (IGS), Factor de Condición Corregido (Kc) e Índice Gonádico (Ig), entre agosto y octubre de 1991.

Mean monthly gonadosomatic index (IGS), Condition Factor without ovary (Kc) and Gonadic Index (Ig), from August to October, 1991.

	Agosto	Septiembre	Octubre
IGS (%)	7,93	1,30	1,70
Kc (%)	0,76	0,91	0,89
Ig (g/cm ³)	5,54	1,20	1,50

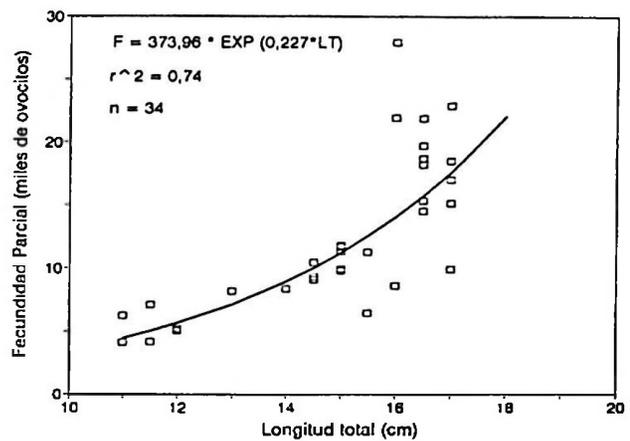


Figura 4. Relación entre la fecundidad parcial y la longitud total de *S. bentincki*; agosto de 1991 ($p < 0,05$).

Batch fecundity / total length relationship in *S. bentincki*, August 1991 ($p < 0,05$).

La fecundidad parcial en hembras hidratadas, cuyas tallas fluctuaron entre 11 y 17 cm de LT, varió de 4.157 a 27.907 ovocitos hidratados por hembra (promedio de 12.059 ± 2.089). Tanto la relación entre la fecundidad parcial y la longitud total (Fig. 4), como la relación entre la fecundidad parcial y el peso total de las hembras (Fig. 5), se ajustan mejor a modelos exponenciales.

Durante el período de máximo desove, en agosto de 1991, la frecuencia de hembras con ovocitos hidratados fue de 15,1%. Entonces, siguiendo a Hunter & Goldberg (1980) y Macewicz & Hunter (1993, manuscrito), esto es, con el supuesto de que todos los ovocitos hidratados serán desovados, nosotros postula-

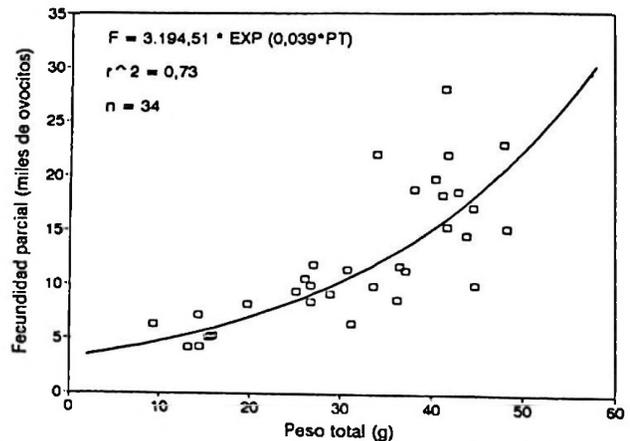


Figura 5. Relación entre la fecundidad parcial y el peso total de *S. bentincki*; agosto de 1991 ($p < 0,05$).

Batch fecundity / total weight relationship in *S. bentincki*, August 1991 ($p < 0,05$).

mos que en agosto de 1991 cada hembra de *S. bentincki* desovó una vez por semana, en promedio, con 4 a 5 tandas en la estación de desove.

DISCUSION

Según Balbontín & Fischer (1981), un mayor porcentaje en los estados madurando, maduro e hidratado, señalados como III, IV y V, respectivamente (Tabla 1), es un indicador del aumento de la actividad ovárica, con un paulatino desarrollo de los ovocitos, proceso que es previo al evento de desove. Un aumento en la frecuencia de los estados VI (en regresión) y II (virgen o en recuperación) manifiesta el término del período de desove, como efectivamente ocurrió en septiembre y octubre de 1991 en *S. bentincki*.

Los resultados del presente trabajo, respecto de la época de desove de *S. bentincki*, identificada en invierno, concuerdan parcialmente con lo informado por Brandhorst & Rojas (1965 *vide* Serra *et al.*, 1979), Aguayo & Soto (1978), Serra *et al.* (*op. cit.*), Arrizaga (1981) y Mujica & Rojas (1984) (Tabla 5). Probablemente, la extensión del período de desove en cada año depende de las condiciones ambientales, principalmente de la temperatura del hábitat, de cuyos registros no disponemos, así como de la estructura demográfica del stock.

La longitud de primera madurez sexual determinada en el presente estudio, de 10 cm (método del incremento relativo del IGS) u 11 cm (método del 50% de hembras maduras), concuerda con lo comunicado por Arrizaga (1981) y Mujica y Rojas (1984), quie-

Tabla 5. Epocas de desove de *S. bentincki* informadas por varios autores.

Spawning periods of *S. bentincki* reported by several authors.

Autor	Epoca de Desove
Brandhorst & Rojas (1965)	Junio-Septiembre
Aguayo & Soto (1978)	Junio-Septiembre
Serra <i>et al.</i> (1979)	Junio-Septiembre
Arrizaga (1981)	Junio-Septiembre
Mujica & Rojas (1984)	Septiembre-Noviembre
Este estudio	Agosto

nes reportan valores de 11 y 10 cm, respectivamente.

La frecuencia de desove de *S. bentincki* determinada en este trabajo es similar a la informada para la anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) por Hunter & Goldberg (1980), e inferior a la señalada por Santander *et al.* (1984), Alheit *et al.* (1984) y Rojas & Oliva (1993) para la anchoveta peruana (*E. ringens*). Coincidentemente, las hembras de estas tres especies desovan cada 6-7 días, en promedio, en la principal estación de desove (Tabla 6). Respecto de la fecundidad parcial de *S. bentincki*, el valor promedio calculado en el presente estudio es inferior a aquellos informados por Santander *et al.* (1984) y Rojas & Oliva (1993) para *E. ringens* de Perú y norte de Chile, respectivamente (Tabla 6).

En relación a la fecundidad relativa, se destaca la similitud entre el valor calculado en el presente estudio para *S. bentincki*, respecto del informado por Hunter & Goldberg (1980) para *E. mordax*. En este mismo sentido, la fecundidad relativa calculada en el presente trabajo es

Tabla 6. Fecundidad parcial promedio (F.P.P.= número de ovocitos por hembra), fecundidad relativa promedio (F.P.R.= número de ovocitos \cdot g⁻¹) y frecuencia de desove (F.D.=en porcentaje) de *S. bentincki* y *E. ringens* informadas por varios autores.

Mean batch fecundity (F. P. P. = number of oocytes per female), mean relative fecundity (F. P. R.= number of oocytes \cdot g⁻¹) and spawning frequency (in %) for *S. bentincki* and two *Engraulis* species according to several authors.

Autor	Especie	F.P.P.	F.P.R.	F.D.
Hunter & Goldberg (1980)	<i>E. mordax</i>	—	—	16,00
Santander <i>et al.</i> (1984)	<i>E. ringens</i>	15.401	582,4	16,04
Alheit <i>et al.</i> (1984)	<i>E. ringens</i>	—	—	16,04
Rojas & Oliva (1993)	<i>E. ringens</i>	14.911	717,1	16,49
Este estudio	<i>S. bentincki</i>	12.059	378,0	15,10

significativamente inferior a los valores señalados por Santander *et al.* (1984) y Rojas & Oliva (1993) para *E. ringens* de Perú y norte de Chile, respectivamente.

En este trabajo se reconoce que el IGS es un buen indicador para determinar el máximo período reproductivo en *S. bentincki*, como también su estrecha relación con los diferentes

estados de madurez sexual. Además, el IGS ha permitido incluso determinar la talla de madurez sexual y compararla con el método de 50% de hembras maduras. En ambos casos, se ha omitido el uso de análisis microscópicos de los ovarios. Ello parece no ser necesario para los objetivos planteados, lo que reduce costos y tiempo.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO, M. & S. SOTO. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Serie Investigación Pesquera (IFOP), 28: 1-55.
- ALARCÓN R. & H. ARANCIBLA. (En prensa). Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Revista Ciencia y Tecnología del Mar, CONA.
- ALHEIT, J., V.H. ALARCÓN & B.J. MACEWICZ. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 43-52.
- ALHEIT, J. & B. ALEGRE. 1986. Fecundity of Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. ICES C.M. 1986/H: 60, 12 p.
- ARRIZAGA, A. 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki* Norman). Investigación Pesquera (Chile), 31: 59-69.
- BALBONTIN, F. & W. FISCHER. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi*, en la costa de Chile. Revista de Biología Marina, 17(3): 285-334.
- COELLO, S. & L. ARRIAGA. 1989. Aspectos reproductivos de la sardina del sur (*Sardinops sagax*) en aguas ecuatorianas. En: Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Viña del Mar, mayo de 1988. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Número Especial), 1989: 229-233.
- CUBILLOS, L. & H. ARANCIBLA. 1993. Análisis de la pesquería de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) del área de Talcahuano, Chile. Investigaciones Marinas. 21: 3-21.
- HUNTER, J.R. & S. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin U.S., 77(3): 641-652.
- MACEWICZ, B.J. & J.R. HUNTER. 1993 (no publicado). Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. Manuscrito dactilografiado, 28 p. + 4 tablas + 4 figs.
- MUJICA, A. & O. ROJAS. 1984. Fecundidad y estructura poblacional de sardina común (*Clupea bentincki* Norman). Investigación Pesquera (Chile), 31: 59-69.
- OLIVA, J., W. CARVAJAL & A. TRESIERRA. 1986. Biología reproductiva e histología de gónadas de peces. Editorial Biocence, Trujillo (Perú), 151 p.
- PADILLA, C., G. HERRERA & J. ZAMBRANO. 1990. Revisión de la primera madurez sexual de la sardina española en relación a talla y edad. Revista de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Serie Ciencias del Mar, UNAP (Iquique), 1: 69-79.
- ROJAS, O. & J. OLIVA. 1993. Evaluación del stock desovante de anchoveta de la zona norte por el Método de Producción de Huevos. Programa evaluación directa de recursos pelágicos de la zona norte. Inst. Fom. Pesq. Chile. 37 p. (Figuras y Tablas).
- SAILA, S.B., C.W. RECKSIEK & M.H. PRAGER. 1988. Basic fishery science programs. A compendium of microcomputer programs and manual of operation. Elsevier, New York, 230 p.
- SANTANDER, H., J. ALHEIT & P.E. SMITH. 1984. Estimación de la biomasa desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- SERNAP. 1991. Anuario estadístico de pesca 1990. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca, Chile, 191 p.
- SERNAP. 1992. Anuario estadístico de pesca 1991. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca, Chile, 214 p.
- SERNAP. 1993. Anuario estadístico de pesca 1992. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca, Chile, 190 p.
- SERRA, J., O. ROJAS, M. AGUAYO, F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Sardina común. En: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Peces I. CORFO-IFOP, 36 p.