

DINAMICA OVARICA DE LA SARDINA ESPAÑOLA (*Sardinops sagax*) DEL NORTE DE CHILE, PERIODO ABRIL 1992 - MARZO 1993. ANALISIS POR ESTRATO DE TALLA

GUSTAVO HERRERA¹, GABRIEL CLARAMUNT¹ Y PEDRO PIZARRO¹

ABSTRACT: Herrera, G.; Claramunt, G. & P. Pizarro. 1994. Ovarian dynamics of the spanish sardine (*Sardinops sagax*) in northern Chile, period april 1992 - march 1993. Analysis by size stratum. Revista de Biología Marina, Valparaíso 29(2): 147-166.

In the present study the spawning and ovarian activity of the sardine of northern Chile is analysed in annual cycle during the period 1992-1993. The whole sample reflected the high incidence of sexually active females which were in an advanced state of yolk deposition and close to spawning.

The results indicate that the periods from July to October and from December to March were periods of intense reproductive wherein the three size strata presented the maximal spawning activity giving evidence of the presence of a potential fraction of the population which would be in condition to evacuate oocytes in the different times of the year. The size strata analysis shows that during the winter, the fraction of spawning females of specimens of lower sizes to 26,1 cm LT is inferior to the one which is observed in the major strata. On the other hand, in the February it was higher than the one detected in other size ranges.

The females of a total size superior to 26,1 cm conform the fraction of the population mainly committed in the reproductive event. The females of superior sizes reach a period of ovarian maturity which is of greater amplitude than the specimens of inferior sizes.

The estimates of daily spawning fraction registered were well below the values obtained during periods of high spawning activity in previous years, so much in the total as well as for size strata.

Key words: Ovarian activity; spawning; size stratum.

RESUMEN: Herrera, G.; Claramunt, G. & P. Pizarro. 1994. Dinámica ovárica de la sardina española (*Sardinops sagax*) del norte de Chile, período abril 1992 - marzo 1993. Análisis por estrato de talla. Revista de Biología Marina, Valparaíso 29(2): 147-166.

En el presente estudio se analiza la actividad ovárica y de desove de la sardina española del norte de Chile durante el período de abril 1992 a marzo 1993, por estrato de tallas (24,1-26,0; 26,1-28,0 y 28,1-30,0 cm LT). En el total de la muestra se constató alta incidencia de hembras sexualmente activas, reflejada por la presencia de ejemplares en avanzado estado de deposición de vitelo y próximos a desovar.

Los resultados indican que de julio a octubre y de diciembre a marzo fueron períodos reproductivos netos en donde los tres estratos de talla presentaron la máxima actividad de desove, dejando en evidencia la presencia de una fracción potencial de la población que estaría en condiciones de evacuar ovocitos al medio en las diferentes épocas del año. El análisis por estratos de talla muestra que durante el invierno la fracción de hembras desovantes de ejemplares de tallas inferiores a 26,1 cm de LT es más baja que la observada en los estratos mayores, en cambio en febrero fue superior a la detectada en otros rangos de talla.

Las hembras de longitud total superior que 26,1 cm conforman la fracción de la población mayormente comprometida en el evento reproductivo. Las hembras de tallas superiores tienden a presentar un período de madurez ovárica de mayor amplitud que especímenes de tallas inferiores.

Los estimados de la fracción desovante diaria se registraron muy por debajo de los valores obtenidos durante períodos de mayor actividad de desove en años anteriores, tanto en el total como por estratos de talla.

Palabras claves: Actividad ovárica; desove; estructura de talla.

INTRODUCCION

La sardina española (*Sardinops sagax*, Jenyns 1842) por ser un pez con desove fraccionado (ovario con desarrollo asincrónico), desova con diferentes intensidades durante la estación reproductiva (Retamales & González 1983), lo que se ve reflejado en su dinámica ovárica.

Estimaciones de la fracción diaria de hembras desovantes en esta especie han sido reportadas por diferentes autores (Retamales & González, op. cit.; Herrera & Claramunt 1987; Claramunt & Herrera 1988; Herrera *et al.* 1989; Claramunt & Herrera *et al.* 1990; Herrera & Claramunt 1990; Oliva *et al.* 1989). Sin embargo, tales estimados han estado circunscritos a cortos períodos de tiempo, lo que no ha permitido caracterizar su ciclo anual. Por otro lado, han sido realizados en términos promedio para el total de la población adulta, sin llegar a definir variaciones de este parámetro reproductivo entre las distintas tallas.

En razón a la necesidad de dilucidar si existe alguna relación entre estructura de talla y dinámica ovárica en la población de la sardina española del norte de Chile, se definieron los siguientes objetivos: i) Determinar la incidencia temporal de hembras con diferente desarrollo ovárico, por estrato de talla, en un ciclo anual durante el período abril 1992 - marzo 1993; ii) Estimar la fracción

diaria de hembras desovantes a cada estrato; iii) Corroborar la época de mayor actividad reproductiva y madurez diferencial entre estratos de talla.

MATERIALES Y METODOS

Los especímenes analizados se obtuvieron de colectas llevadas a cabo a bordo de barcos pesqueros que operan con puerto base Iquique y en la línea de descarga de las plantas, entre abril de 1992 y marzo de 1993. A todas las hembras muestreadas durante el período se les registró la longitud total (LT) con precisión 0,1 cm, descartando aquellos ejemplares de talla inferior a la de madurez sexual (menores a 24,0 cm) por no representar a la fracción reproductiva de la población debido al carácter virginal de sus gónadas, ya que la primera madurez sexual de la sardina española se estimó en 23,7 cm LT (Padilla *et al.* 1990). Bajo el supuesto que dicho estimado no ha experimentado variaciones y debido a que en los últimos 5 años se ha observado un fuerte y sostenido deterioro en la estructura demográfica de la sardina española, manifestado por la virtual desaparición de los grupos de talla-edad grandes (31-35 cm; IX-X) y progresiva disminución de ejemplares de mediano tamaño (28-30 cm; VII-VIII) (Martínez *et al.* 1992), las hembras se separaron a partir del estrato de talla 24,1 - 26,0 cm LT (estrato A) considerando además los rangos 26,1 - 28,0 (estrato B) y 28,1 - 30,0 cm

(estrato C), en donde el estrato A estuvo representado por 1.016 hembras; el es-

trato B por 4.720 y el estrato C por 4.426 (Tabla 1).

Tabla 1. Número de placas histológicas de ovarios de sardina española por estrato de talla analizados entre abril 1992 y marzo 1993. (A:24,1-26,0; B:26,1-28,0 y C:28,1-30,0 cm de LT).

MES	ESTRATOS			TOTAL
	A	B	C	
abril	61	492	496	1049
mayo	118	453	434	1005
junio	111	538	533	1182
julio	62	467	422	951
agosto	71	494	468	1033
septiembre	135	385	360	880
octubre	152	470	402	1024
noviembre	87	239	191	517
diciembre	13	325	316	654
enero	31	89	90	210
febrero	24	390	385	799
marzo	151	378	329	858
Total	1016	4720	4426	10162

Cortes histológicos de 5 μ de espesor provenientes de submuestras de tejido ovárico fijadas en solución Bouin e incluidas en paraplast se colorearon con técnicas de rutina. La clasificación de los folículos postovulatorios (F.P.O.) se realizó aplicando los criterios descritos por Goldberg *et al.* (1984) y Alarcón *et al.* (1984) para *Sardinops sagax* colectadas en las costas del Perú como también los señalados por Hunter & Goldberg (1980) para *Engraulis mordax*, bajo el supuesto que en la sardina del norte de Chile los cambios morfohistológicos que experimentan los F.P.O. son cronológicamente similares a los observados por estos autores. De esta forma se identificaron F.P.O. nuevos (menos de 24 horas de edad); de

día 1 (mayores de 24 y menores de 48 horas) y de día 2 (sobre 48 horas), los que se visualizan en la figura 1 y cuantifican en la tabla 2.

En razón a que las capturas comerciales se llevan a cabo en su mayoría durante la noche, parte del día de mayor actividad de desove (Herrera *et al.* 1989; Oliva *et al.* 1989; Claramunt *et al.*, 1990), la proporción diaria de hembras desovantes se estimó a través de la presencia de F.P.O. de día 1 evitando de esta forma algún grado de sub o sobreestimación (Stauffer & Picquelle, 1980; Hunter & Goldberg, op. cit.). Para tales propósitos se aplicó la razón utilizada por Alheit *et al.* (1984), en *Engraulis ringens*:

$$F = \frac{\sum m_1}{\sum m_i}$$

donde:

F = Fracción promedio de hembras desovantes por día.

m_1 = Hembras con F.P.O. de día 1 en la muestra i.

m_i = Hembras maduras en la muestra i.

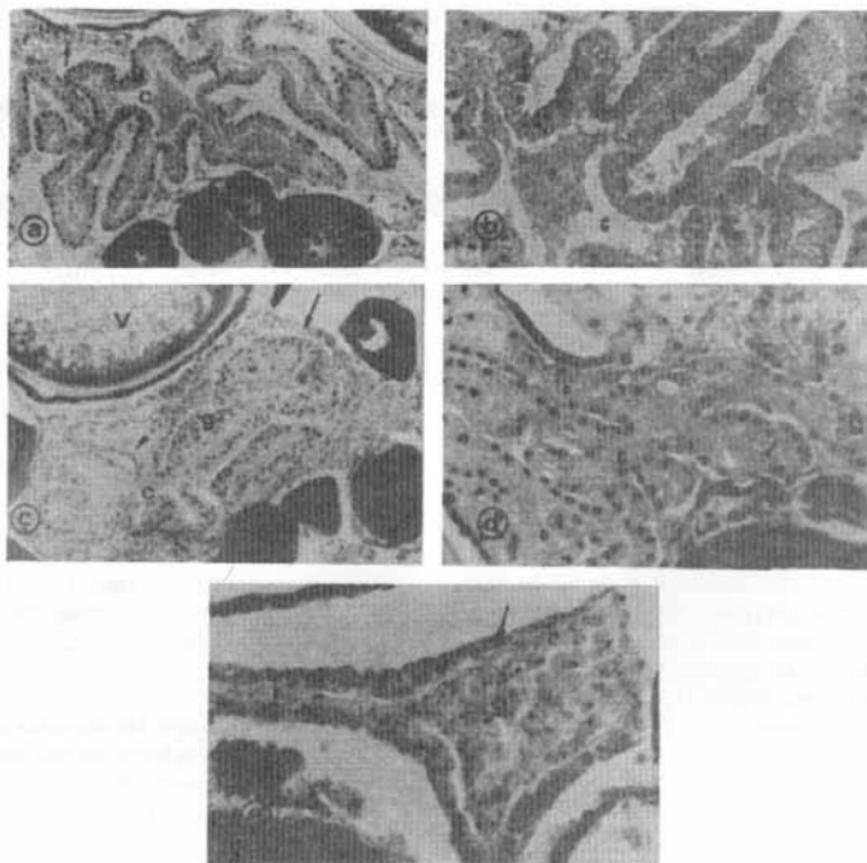


Fig. 1.- Folículos postovulatorios de la sardina española del norte de Chile.

- a) Folículo postovulatorio nuevo, 10x; b) Folículo postovulatorio nuevo, 40x; c) Folículo postovulatorio de 1 día de edad, 10x; d) Folículo postovulatorio de 1 día de edad, 40x; e) Folículo postovulatorio de 2 días de edad, 40x. (g: granulosa; c: lumen; p: pigmento; v: ovocito; flecha: capa tecal; punta flecha: célula folicular).

Tabla 2. Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (F.P.O.) de sardina española (Hunter y Goldberg, 1980 modificado).

CLASE	Apariencia histológica del F.P.O
Nuevos (< de 24 h.)	Son folículos postovulatorios observados en hembras que desovaron durante la noche de captura. Aspecto irregular formado por un epitelio columnar bien organizado con numerosas involuciones y corrugaciones. De lúmen amplio e irregular con abundante material granular eosinófilo. Epitelio formado por células cilíndricas bien delimitadas entre sí con núcleo esférico, basal.

(Continuación tabla 2)

Citoplasma finalmente granular, ligeramente eosinófilo. Adyacente a la granulosa se ubican las células tecales aplanadas e imbricadas.

Edad día 1
(>24 y <48 h)

Los presentan las hembras que desovaron la noche anterior a la captura. Son más pequeños que los F.P.O. nuevos, de lúmen estrecho e irregular. Algunas células columnares muestran signos de degeneración: núcleo picnótico de forma irregular, citoplasma vacuolado, pero mantienen la individualidad entre células, granulosa de corrugado, con disposición lineal de las células foliculares.

Edad día 2
(>48 h)

Muestran una marcada degeneración celular. Epitelio folicular desorganizado, perdiendo la disposición lineal de sus células. La lámina te cal hipertrofiada con capilares sanguíneos desarrollados. Lúmen ocluido y células foliculares en avanzado estado degenerativo: forma irregular, núcleo picnóticos, citoplasma vacuolado, lo que representa la fase terminal de degeneración del epitelio columnar.

El análisis histológico del parénquima ovárico se realizó sobre la base de los criterios señalados por Wallace & Selman (1981) para peces teleosteos como también los descritos por Hunter & Macewicz (1985a) para

Clupeidos, estableciéndose 7 estadios de desarrollo ovárico: inmaduro (I); parcialmente vitelado (PV); vitelado (V); próximo a la hidratación (PH); hidratado (H); en desove (ED) y desovado (D) (Fig. 2; Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización de los estadios ováricos de peces (de Wallace & Selman, 1981; Hunter & Macewicz, 1985, modificados para sardina española por Herrera *et al.* 1989).

ESTADIO OVARICO

Citología e histomorfología ovárica

Inmaduro (I)

Lamelas con ovocitos no vitelados. Vesícula germinativa grande, central con numerosos nucléolos adheridos a la membrana. Citoplasma escaso finamente granular y basófilo.

Parcialmente vitelado (PV)

Predominio de ovocitos en estado temprano de deposición de vitelo, abarcando no más de las 3/4 partes del citoplasma. Vesícula germinativa grande, central con numerosos nucléolos periféricos. Abundantes vesículas periféricas. Zona radiata fina adyacente a delgadas células foliculares.

Vitelado (V)

Ovocitos cargado de glóbulos de vitelo, desde la periferia a la región perinuclear. La vesícula germinativa permanece en posición central y mantiene los nucléolos en la periferia. Zona radiata desarrollada. Células foliculares cúbicas bajas.

Próximo a la hidratación (PH)

El citoplasma de los ovocitos presenta grandes glóbulos de vitelo (término de la deposición de vitelo) y vesículas que coalescen (gotas lipídicas). Vesícula germinativa excéntrica, migrante hacia el polo animal, conservando el alto número de nucléolos. Células foliculares cilíndricas altas con citoplasma claro de aspecto aerolar.

Hidratado (H)

Con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración. Por incorporación de fluidos el ovocito incrementa considerablemente su tamaño. El vitelo se presenta en forma de placas por ingreso de líquido al citoplasma. La granulosa y zona radiata se adelgazan.

(Continuación tabla 3)

- En desove (ED) Presencia de ovocitos hidratados y folículos postovulatorios nuevos, entre ovocitos inmaduros y parcialmente vitelados. Hay algunos espacios entre el parénquima.
- Desovado (D) Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia abundante atresia folicular, tanto alfa como beta. Ovocitos vitelados residuales y folículos postovulatorios viejos.

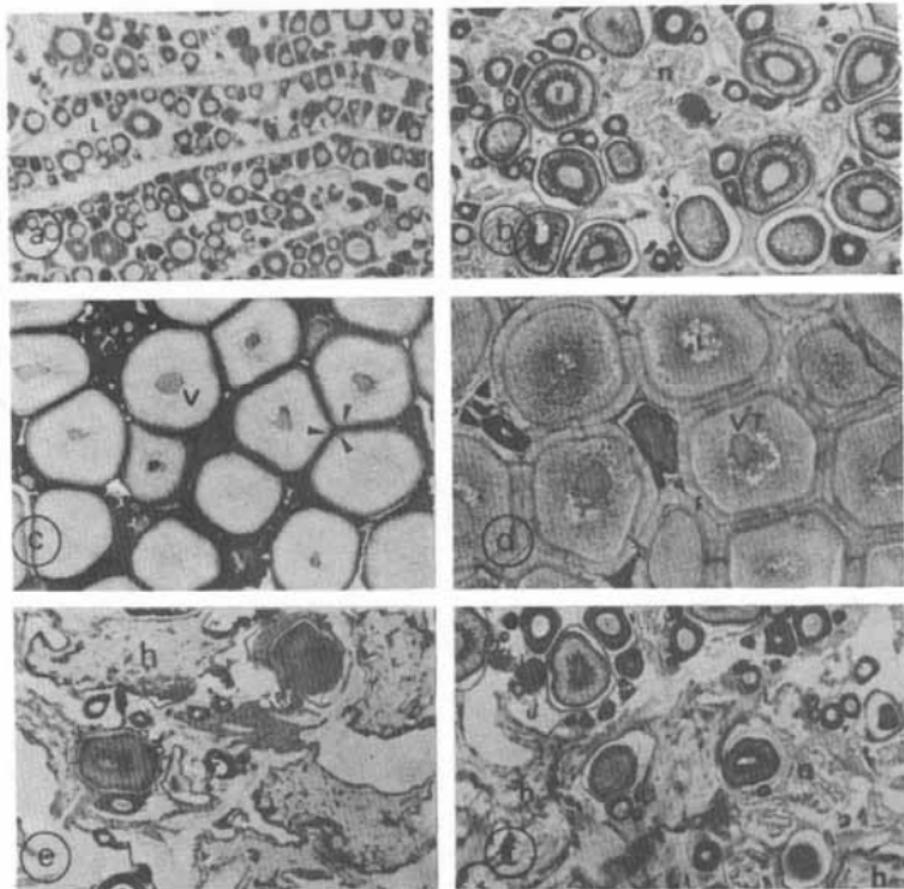


Fig. 2.- Estadios ováricos de la sardina española del norte de Chile. a) Inmaduro, 4x. (L: lamela; punta flecha: ovocito no vitelado); b) Parcialmente vitelado, 4x (PV: ovocito parcialmente vitelado; v: vesícula germinativa; n: folículo postovulatorio nuevo); c) Vitelado, 4x (V: ovocito vitelado; punta flecha: zona radiata); d) Próximo a hidratarse, 4x (VT: ovocito vitelado tardío; f: célula folicular; l: gotas lipídicas); e) Hidratado, 4x (h: ovocito hidratado colapsado); f) En desove, 4x (h: ovocito hidratado; n: folículo postovulatorio nuevo).

Con la finalidad de monitorear mejor la evolución temporal del proceso reproductivo, se consideraron como ovarios maduros los en estado PV, V, PH, H, ED y D, estimándose como hembras ováricamente activas sólo a aquellas que evidenciaban algún grado de deposición de vitelo (PV, V, PH, H, ED), diferenciándose de las inactivas (I, D). Así mismo, las hembras desovantes se definieron como aquellas próximas a la hidratación (PH), hidratadas (H) y en desove (ED).

Los estados de atresia ovocitaria se definieron en base a lo señalado por Hunter & Macewicz (1985b). El índice de atresia ovárica se definió como la relación porcentual de hembras en estado atrésico respecto al total de ejemplares sexualmente maduras, lo que permitió

reflejar el relajamiento reproductivo.

RESULTADOS

ACTIVIDAD OVARICA

El análisis temporal por estratos de talla dejó en evidencia que los especímenes sobre 26,1 cm LT (estratos B y C) representan la fracción de la población más comprometida en el evento reproductivo, tanto en intensidad como en extensión (Fig. 3). Así, si se adopta como criterio base un 95% de hembras con ovarios activos, el estrato A solamente en tres meses cumple con este mínimo (julio, agosto y febrero), en cambio los estratos B y C los superan en dos períodos, uno en invierno (julio a octubre) y otro en verano (diciembre a marzo), totalizando ocho (Tabla 4).

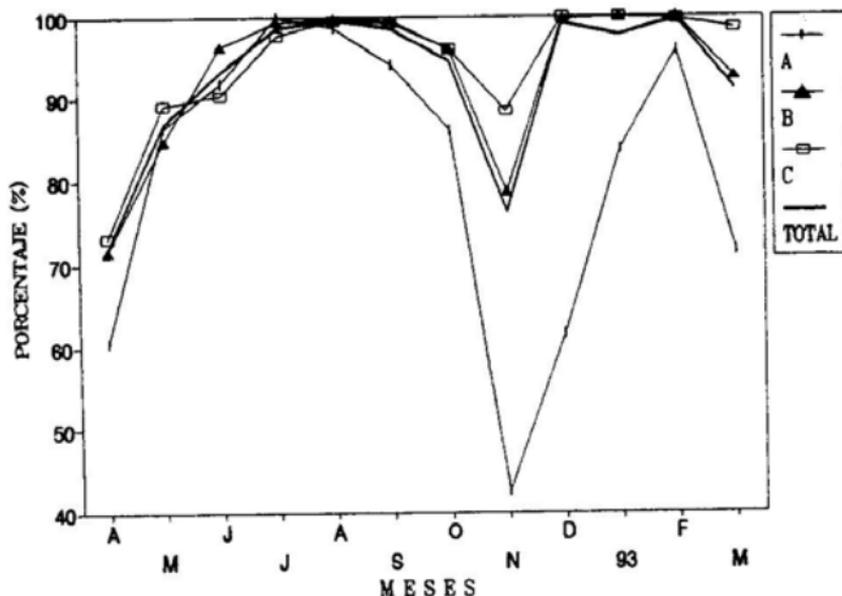


Fig. 3. Frecuencia de hembras sexualmente activas. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30 cm de LT.

Tabla 4. Porcentaje de incidencia de hembras sardina española sexualmente inmaduras (I) y maduras (M), por estrato de talla registradas entre abril 1992 y marzo 1993. (A: 24,1-26,0; B: 26,1-28,0 y C: 28,1-30,0 cm de LT).

Mes	A		B		C		Total	
	I	M	I	M	I	M	I	M
abril	31,1	68,9	17,9	82,1	15,7	84,3	17,6	82,4
mayo	10,2	89,8	10,8	89,2	6,9	93,1	9,1	90,9
junio	8,1	91,9	3,7	96,3	9,4	90,6	6,7	93,3
julio	0,0	100,0	0,6	99,4	2,4	97,6	1,4	98,6
agosto	1,4	98,6	0,2	99,8	0,2	99,8	0,3	99,7
septiembre	4,4	95,6	0,3	99,7	0,6	99,4	1,0	99,0
octubre	7,2	92,8	1,3	98,7	0,5	99,5	1,9	98,1
noviembre	42,5	57,5	15,1	84,9	7,3	92,7	16,8	83,2
diciembre	23,1	76,9	0,3	99,7	0,0	100,0	0,6	99,4
enero	16,1	83,9	0,0	100,0	0,0	100,0	2,4	97,6
febrero	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
marzo	28,5	71,5	5,0	95,0	0,9	99,1	7,6	92,4

La expresión mensual de los estadios sexuales señalados en la figura 4 muestran una estrecha relación respecto a la estacionalidad reproductiva, apreciándose inversa entre las hembras inactivas y desovantes con una correlación de $-0,85$ ($P = 0,01$). El análisis comparativo de esta relación entre estratos evidencia, a diferencia del caso de las hembras desovantes, que especímenes cuya deposición de vitelo es temprana (PV) (Fig. 5) y más avanzado (V) (Fig. 6) aparentemente su incidencia no presenta mayores diferencias en el tiempo. Sin embargo, en las parcialmente viteladas (PV) la correlación por estratos indica que entre A-B y A-C es significativa solamente para el período abril-noviembre, $0,88$ y $0,85$ ($P = 0,01$) respectivamente y entre B-C es significativa para todo el período ($0,82$; $P = 0,01$). En las hembras viteladas (V) no se encuentran correlaciones significativas ($P = 0,05$) entre el estrato A con los B y C, en cambio entre B y C existe una alta correlación ($0,89$; $P = 0,01$).

Las hembras desovantes (PH, H,

ED) acusan la presencia de dos picos de desove: uno principal en invierno - primavera y otro de menor extensión en verano, siendo similares las tendencias descritas por los estratos B y C (Fig. 7). Para estas hembras, la relación entre estratos muestra alta correspondencia, siendo entre B y C de $0,95$ ($P = 0,01$) para todo el período. Por el contrario, el estrato A no presenta relaciones significativas con los estratos superiores, solamente cobran significancias al descartar los meses de diciembre a marzo, obteniéndose un $r = 0,86$ ($P = 0,01$) para la relación A-B y de $0,76$ ($P = 0,05$) para A-C. Situación similar se detecta con el índice atrésico, el que sólo presenta una buena correlación para todo el período entre los estratos B y C ($0,87$; $P = 0,01$), en cambio la correlación del estrato A sólo es significativa con B entre abril y noviembre ($r = 0,71$; $P = 0,05$). Es importante destacar que las relaciones intraestratos entre las hembras desovantes (Fig. 7) e inactiva (Fig. 8) son inversas y altamente significativas con r de $-0,97$; $-0,83$ y $-0,78$ ($P = 0,01$) para A, B y C respectivamente, aún cuando no se conside-

ran las hembras parcialmente viteladas y viteladas. Esta situación indica que si bien en el estrato A se registra un bajo número de ejemplares en el período de verano, los porcentajes estimados de ovarios inactivos y desovados presentan la misma tendencia que la observada en invierno, lo que en alguna medida valida

las estimaciones de estos índices durante el período estival. El estrato A muestra un notorio decremento de la actividad de desove a fines de primavera, incrementándose hacia el verano (Fig. 7) sin alcanzar la magnitud registrada durante el pico de invierno, tendencia que en términos de inactividad la situación es inversa.

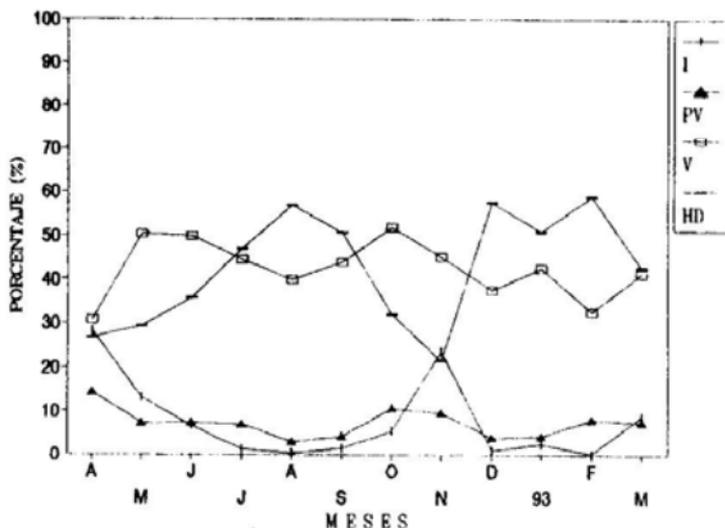


Fig. 4. Incidencia de hembras inactivas (I); parcialmente viteladas (PV); viteladas (V) y desovantes (HD).

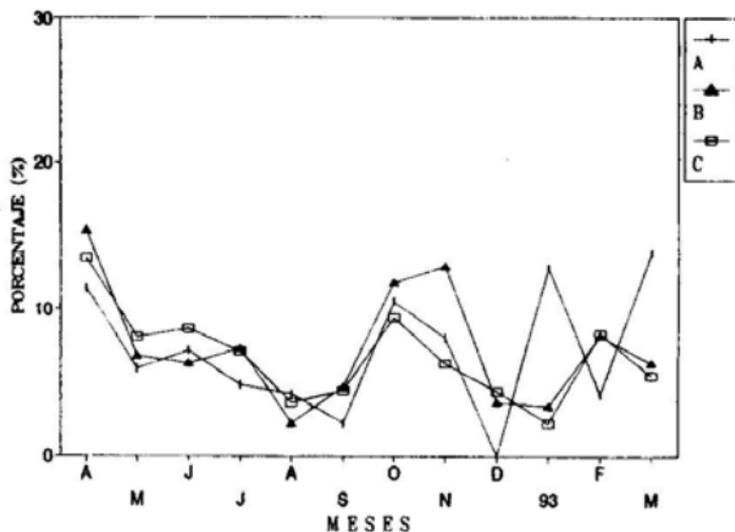


Fig. 5. Frecuencia de hembras con ovarios parcialmente vitelados. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30 de LT.

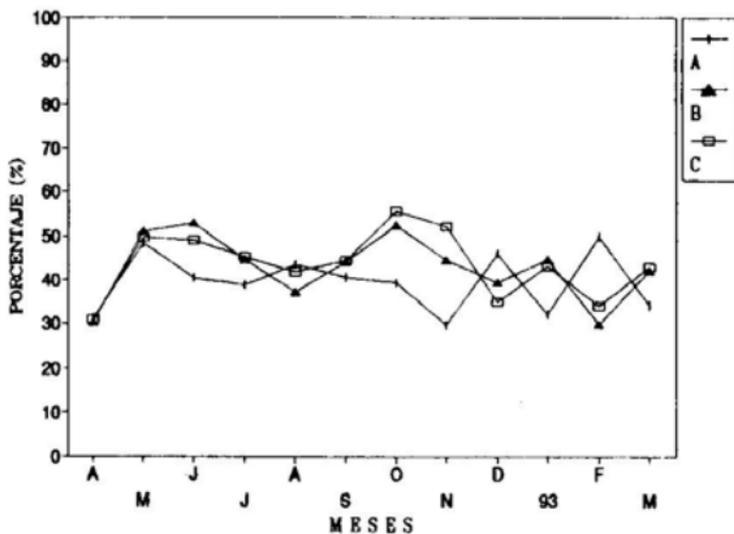


Fig. 6. Frecuencia de hembras con ovarios vitelados. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

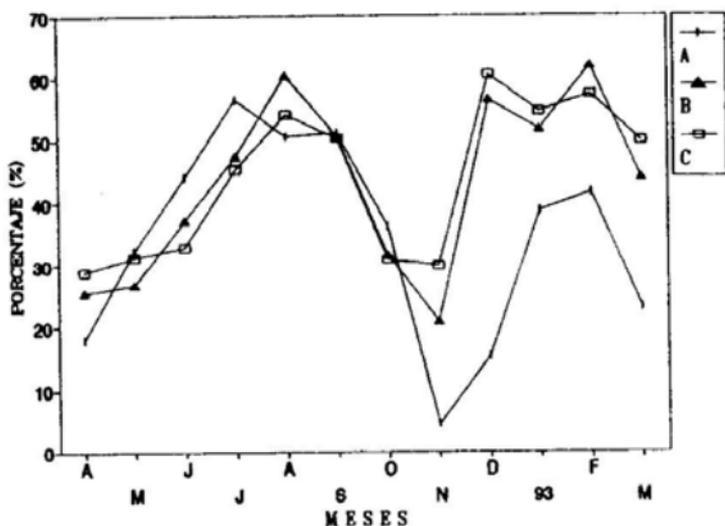


Fig. 7. Incidencia de hembras desovantes. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

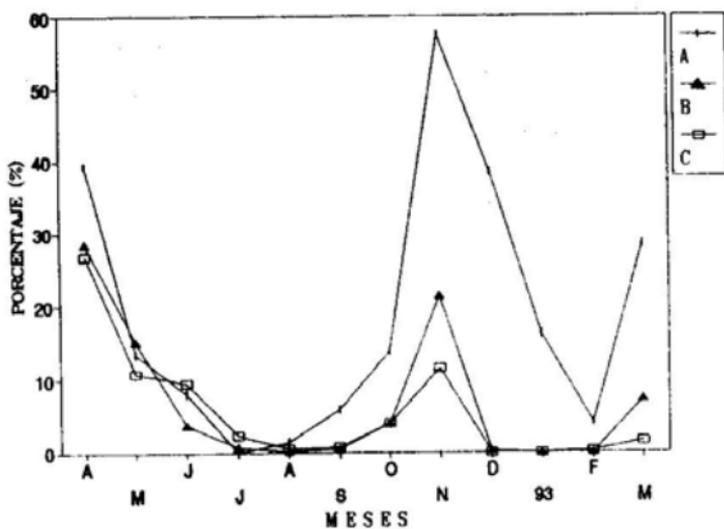


Fig. 8. Frecuencia de hembras sexualmente inactivas. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

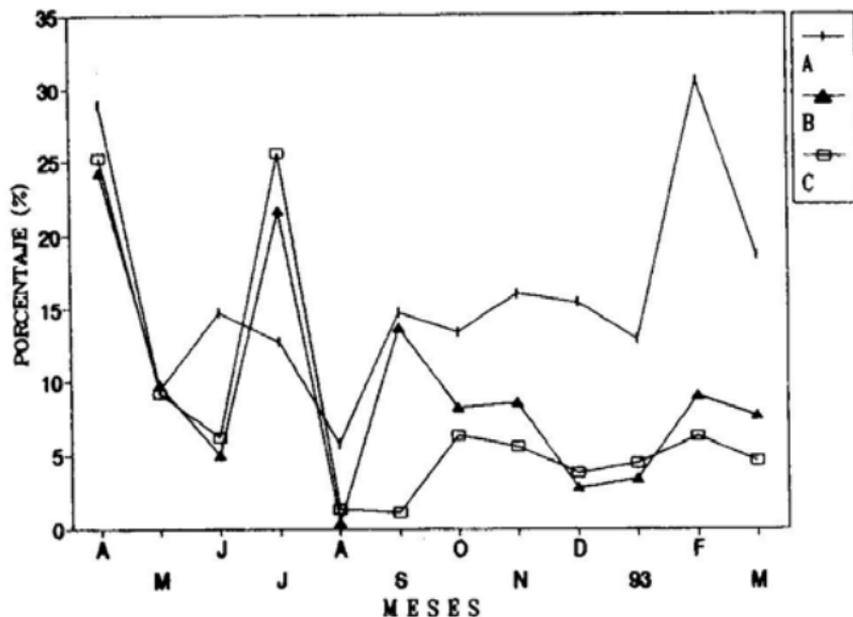


Fig. 9. Incidencia de hembras con atresia ovárica. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

ACTIVIDAD DE DESOVE.

En la figura 10 se compara la incidencia de hembras sexualmente maduras y desovantes, dejando en evidencia la presencia de una fracción potencial de la población que estaría en condiciones de evacuar ovocitos al medio en las diferentes épocas del año. Como se observa en esta figura, en los tres estratos de talla la máxima actividad de desove habría ocurrido entre julio y septiembre como también entre diciembre y febrero, sin embargo para el caso de las hembras del estrato A el evento lo habrían experimentado precozmente durante el período invernal. Por otra parte, la ocurrencia de las hembras pequeñas fue menor a fines de primavera y durante el verano, siguiendo las tendencias mostradas por las hembras maduras.

La fracción diaria de hembras desovantes definió la actividad reproductiva del año analizado (Fig. 11). Para el total de la muestra considerada, durante el pico de desove de invierno-primavera, la mayor fracción desovante se registró en septiembre (con frecuencia de desove cada 10,6 días), en cambio en febrero los altos valores de la fracción desovante determinaron una frecuencia de desove más estrecha (cada 7,5 días). El análisis por estrato de talla muestra que durante el invierno (julio a septiembre) la fracción de hembras desovantes de ejemplares de tallas inferiores a 26,1 cm LT es notoriamente más baja que la observada en los estratos B y C, cuya mayor frecuencia de desove se registró en septiembre (cada 12,7 días). Por el contrario, la fracción desovante del estrato A observada en febrero fue muy superior a la detectada en

otros rangos de talla (Tabla 5), lo que implicó una frecuencia de desove cada 6 días. Esta situación debe de considerarse con cautela debido a la baja representatividad de ejemplares en este estrato durante los meses de verano. La actividad de desove de los estratos B y C no mues-

tran diferencias en sus frecuencias ($r=0,75$; $P=0,01$), aún cuando en septiembre y enero la fracción desovante correspondiente al rango 26,1 - 28,0 cm fue superior que la del estrato C. Para los estratos de tallas considerados se registraron valores atípicos para el mes de abril.

Tabla 5. Fracción de hembras desovantes diaria de sardina española, por estrato de talla registrados entre abril 1992 y marzo 1993. (A: 24,1-26,0; B: 26,1-28,0 y C: 28,1-30,0 cm de LT).

MES	ESTRATOS			TOTAL
	A	B	C	
abril	11,4	9,4	9,2	9,4
mayo	5,1	1,1	1,6	1,8
junio	6,9	5,4	7,1	6,3
julio	6,7	8,3	8,7	8,3
agosto	7,1	8,5	9,8	9,0
septiembre	7,9	11,9	7,2	9,4
octubre	3,1	8,8	7,7	7,6
noviembre	0,0	2,0	1,8	1,6
diciembre	0,0	5,0	3,9	4,4
enero	0,0	13,5	5,6	8,3
febrero	16,7	13,7	12,8	13,4
marzo	6,7	8,4	6,8	7,5

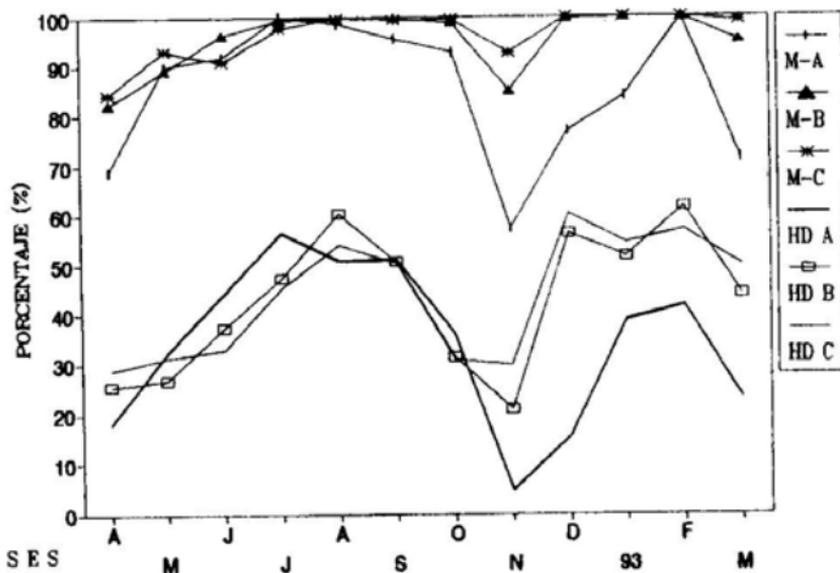


Fig. 10. Esquema comparativo entre hembras sexualmente maduras (M) y desovantes (HD). A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

otros rangos de talla (Tabla 5), lo que implicó una frecuencia de desove cada 6 días. Esta situación debe de considerarse con cautela debido a la baja representatividad de ejemplares en este estrato durante los meses de verano. La actividad de desove de los estratos B y C no mues-

tran diferencias en sus frecuencias ($r=0,75$; $P=0,01$), aún cuando en septiembre y enero la fracción desovante correspondiente al rango 26,1 - 28,0 cm fue superior que la del estrato C. Para los estratos de tallas considerados se registraron valores atípicos para el mes de abril.

Tabla 5. Fracción de hembras desovantes diaria de sardina española, por estrato de talla registrados entre abril 1992 y marzo 1993. (A: 24,1-26,0; B: 26,1-28,0 y C: 28,1-30,0 cm de LT).

MES	ESTRATOS			TOTAL
	A	B	C	
abril	11,4	9,4	9,2	9,4
mayo	5,1	1,1	1,6	1,8
junio	6,9	5,4	7,1	6,3
julio	6,7	8,3	8,7	8,3
agosto	7,1	8,5	9,8	9,0
septiembre	7,9	11,9	7,2	9,4
octubre	3,1	8,8	7,7	7,6
noviembre	0,0	2,0	1,8	1,6
diciembre	0,0	5,0	3,9	4,4
enero	0,0	13,5	5,6	8,3
febrero	16,7	13,7	12,8	13,4
marzo	6,7	8,4	6,8	7,5

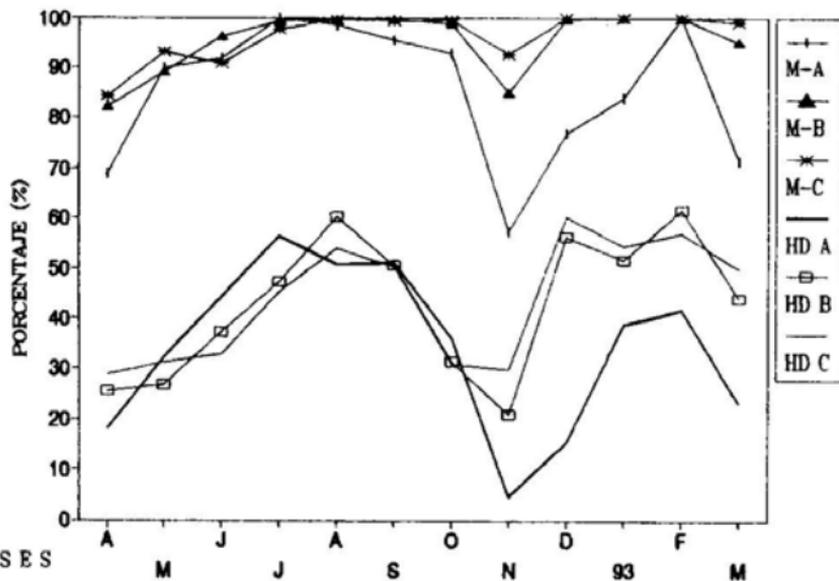


Fig. 10. Esquema comparativo entre hembras sexualmente maduras (M) y desovantes (HD). A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

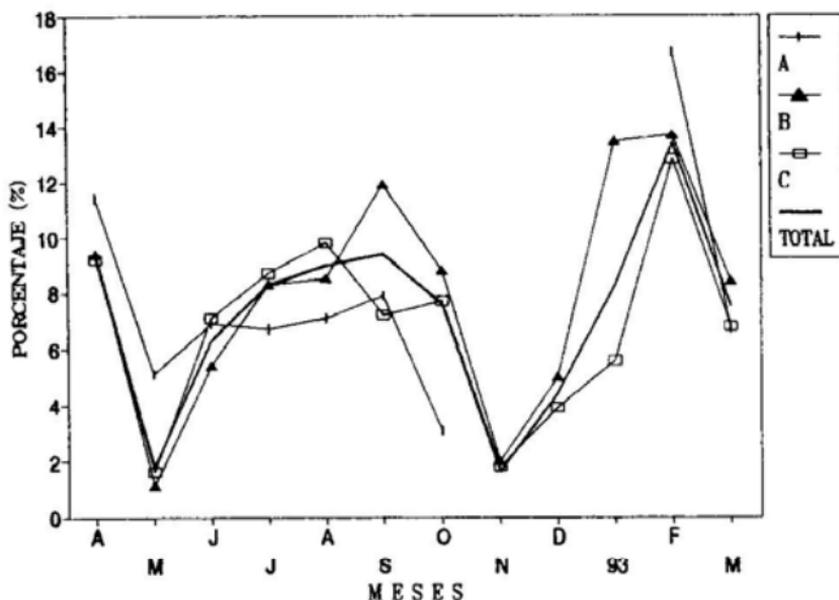


Fig. 11. Fracción promedio de hembras desovantes por día. A: estrato de talla 24,1-26,0; B: estrato de talla 26,1-28,0; C: estrato de talla 28,1-30,0 cm LT.

DISCUSION

Durante el período de estudio el tamaño de la muestra permitió llevar a cabo el análisis mensual de los aspectos reproductivos considerados, sin embargo en verano el estrato A tuvo poca representatividad. La escasa presencia de especímenes de tallas menores registradas en diciembre, enero y febrero pudo deberse a la ausencia de estos peces en las áreas de pesca durante esos meses, situación que ya ha sido señalada por Pizarro (1990). A partir de diciembre de 1989 y hasta marzo de 1990 este autor detecta una baja frecuencia de aparición de especímenes de longitud total menor que 24,0

cm en los desembarques, concluyendo que es muy probable que los peces de tallas menores no están presentes en las áreas de pesca ya que por el tipo de muestreo aplicado no pudo haber existido sesgos por talla, además el arte de pesca que se utiliza permite que los peces sobre la talla mínima de extracción (20,0 cm) sean susceptibles a la captura.

En el total de la muestra analizada se pudo constatar una alta incidencia de especímenes sexualmente activos, la que se vió reflejada por la presencia de hembras en avanzado estado de deposición de vitelo y próximos a desovar, situación que sugiere gran actividad ovárica y de

desove durante los picos reproductivos de invierno-primavera y de verano. La manifestación temporal de estos hechos son concordantes con los registros históricos reportados por autores como Serra *et al.* (1979); Serra & Zuleta (1982); Martínez *et al.* (1984); Martínez *et al.* (1987); Oliva *et al.* (1989); Martínez *et al.* (1991); Martínez *et al.* (1992) quienes a través de metodologías gruesas han tipificado las épocas de mayor significado reproductivo para la sardina española, como también se corresponden plenamente con lo observado para esta especie por Claramunt & Herrera (1988); Herrera & Claramunt (1989), los que aplicando metodologías finas reportan para esos periodos una fuerte actividad ovárica. Consecuente con estos registros y de acuerdo a los resultados del presente estudio se pudo establecer que para el período abril 1992 - marzo 1993, de julio a octubre y de diciembre a marzo fueron periodos reproductivos intensos en donde los tres estratos de talla presentaron la máxima actividad ovárica y de desove durante aquellos meses, siendo tal actividad menor en los especímenes cuyas tallas son inferiores que 26,1 cm LT. Si bien los valores de los estimados de la fracción diaria de hembras desovantes se observan muy por debajo de lo señalado para esta especie, las frecuencias de desove más estrechas se manifiestan en los meses descritos como de mayor actividad reproductiva, tanto para los periodos de invierno como de verano. Durante abril y mayo la actividad ovárica se presentó fuertemente deprimida. Antecedentes históricos a este respecto han descrito a los meses de abril - mayo como de reposo sexual (Serra *et al.*, *op. cit.*; Serra & Zuleta, *op. cit.*; Oliva *et al.*, *op. cit.*; Martínez *et al.*, *op. cit.*; Martínez *et al.*, *op.*

cit.; Martínez *et al.*, *op. cit.*), lo que a juicio de lo observado por Herrera & Claramunt (*op. cit.*) en términos de desarrollo ovárico es preferible reconocer tales meses como un período más bien deprimido que en reposo o inactivo.

Sin embargo, la información registrada sobre la biología reproductiva de la sardina española del norte de Chile es válidamente comparable en términos globales para la población y para un período determinado del año ya que los estudios anteriores han sido llevados a cabo sólo para el total de la población, no en forma diferencial por estrato de talla o edades y tampoco en un ciclo anual.

Durante el evento reproductivo de invierno no se observan diferencias aparentes en la actividad ovárica y de desove entre los estratos de tallas, en contraste a lo observado entre fines de primavera (noviembre) y durante el verano en donde la actividad reproductiva se vio representada principalmente por los estratos B y C, lo que indicaría que durante ese período las hembras de longitud total superior que 26,1 cm conformarían la fracción de la población mayormente comprometida en el evento reproductivo. Esta situación permitiría suponer la manifestación de un desarrollo ovárico diferencial respecto a la estructura de talla en el sentido que las hembras de tamaños superiores, que estuvieron bien representadas en los meses muestreados, tienden a presentar un período de madurez ovárica de mayor amplitud que especímenes de longitudes inferiores, lo que ya ha sido descrito por Pizarro (1990) para *Sardinops sagax* y Parrish *et al.* (1986) para hembras *Engraulis mordax*. Estos autores coinciden en señalar que hembras de

mayor edad presentan épocas reproductivas más extensas y con un número de desoves superior respecto a especímenes jóvenes. Hunter & Macewicz (1985b) han descrito que aquellas hembras jóvenes que han madurado sexualmente por primera vez tendrían una corta época de desove. Situación similar ha sido observada por Le Clus (1989) en *Sardinops ocellatus* y DeMartine & Fountain (1981) en *Seriophus politus*.

Si bien se pudo constatar que para los tres estratos de talla la manifestación del desove es temporalmente similar, el aporte cuantitativo más importante para el proceso reproductivo lo representan los componentes de los estratos de talla superiores a 26,1 cm LT. Aún cuando se ha dejado en evidencia períodos de mayor actividad reproductiva, existiría una fracción de hembras en desove durante todo el año, pero de distinta magnitud.

El análisis temporal y por estratos de talla de la fracción diaria de hembras desovantes evidenció una actividad de desove diferencial entre tallas sobre y bajo 26,1 cm, observándose en hembras de tallas más pequeñas una actividad deprimida en invierno y superior en febrero. Esta situación podría estar indicando alguna relación entre la época del desove y la condición de primera madurez sexual de especímenes que se estarían incorporando a la fracción reproductiva, como lo han implicado Parrish *et al.* (1986) y Hunter & Macewicz (1985b) para *Engraulis mordax* como también Claramunt *et al.* (1993) para *Sardinops sagax*.

Los estimados de la fracción desovante diaria se registraron muy por de-

bajo de los valores obtenidos durante períodos de mayor actividad de desove en años anteriores, tanto en el total poblacional como por estratos de talla. El análisis histórico indica un notorio decremento de éste, desde los señalados por Retamales & González (1983) quienes utilizando la incidencia de folículos post-ovulatorios de día 1 de edad estiman para el pico de invierno de 1982 una fracción desovante de 17,8%, (frecuencia de desove de 5 a 6 días). Oliva *et al.* (1989) indican que entre agosto y septiembre de 1986 la proporción desovante fue de 14,9 %, lo que en promedio una hembra pudo desovar cada 6 a 7 días. Utilizando igual metodología y aplicando los mismos criterios, Herrera & Claramunt (1987; 1989), Claramunt & Herrera (1988), han descrito fracciones desovantes diaria de 16,0%; 15,2%; 15,3% para los picos de invierno de 1987, 1988 y 1989 respectivamente. Sin embargo, durante la época de invierno - primavera de 1990 Claramunt & Herrera (1990) observan una baja sustancial en los valores de la fracción desovante (8,8%), estimando para el pico del desove de ese año una fracción desovante de 7,1%. Martínez *et al.* (1991), estimaron la frecuencia de desove en períodos de máxima actividad reproductiva, obteniendo una fracción desovante de 3,7% en enero-febrero, 10,0% en junio-agosto y 11,0% en octubre-diciembre, lo que implica que para el pico principal las hembras desovaron en promedio cada 9 días. Esta situación se mostró bastante similar a lo registrado durante el período 1992-93 lo que permite suponer que la actividad de desove de la sardina española del norte de Chile en los últimos años ha experimentado un decremento importante de la actividad de desove, proceso que según Martínez *et al.* (op. cit.) estaría

asociado a: i) la disponibilidad de alimento, ii) reservas energéticas, iii) edad del stock desovante y que afectaría directamente al reclutamiento de esta población, falla que ya ha sido mencionado por Martínez *et al.* (1989) para el período 1987, señalándose como principal causa el efecto de anomalías térmicas positivas del sistema (evento El Niño 1982-83).

Durante el mes de abril de 1992 se registraron altos valores de la fracción desovante, situación considerada como atípica para ese período por cuanto Herrera *et al.* (1989) han señalado para ese año que durante los meses de marzo y abril la actividad reproductiva de la sardina española se encuentra fuertemente deprimida con un desove de verano en franca declinación, lo que se ve reflejado a través de la baja en la actividad ovárica y un predominio de individuos sexualmente inmaduros y atrésicos. Situación similar fue descrita por Martínez *et al.* (1991) para el período 1990 en la zona Arica-Antofagasta al analizar el índice gonadosomático y porcentaje de hembras maduras. A partir de marzo de ese año las gónadas presentaron una progresiva disminución en peso producto de la liberación de ovocitos, observándose un período de reposo sexual en abril y mayo. Estos hechos permiten deducir que una probable causa del incremento de la fracción desovante observada en abril de 1992 pudo ser la influencia de las anomalías oceanográficas registradas durante el desarrollo de El Niño 1991-1992 en la zona norte de Chile, evento oportunamente señalado por Fuenzalida (1992). Este autor observa en la zona de Iquique anomalías positivas que alcanzaron los 4,2 °C en marzo de 1992, lo que pudo haber provocado alteraciones en el com-

portamiento reproductivo de la población.

Situación similar fue observado por Martínez *et al.* (1992) para el período de desove de verano de 1991, los que en base al análisis del índice gonádico y porcentaje de hembras maduras detectan un período reproductivo secundario con un índice máximo en marzo, situación definida como anómala respecto a años anteriores. Por el contrario, para el verano de 1992, estos autores observan un desove de corta duración y baja intensidad en marzo, señalando que la baja actividad reproductiva pudo deberse a anomalías ambientales presentes en la zona y al deterioro que se viene produciendo en los últimos años.

El progresivo decremento de los estimados de la fracción desovante diaria observado en la sardina española indicaría un grave deterioro en la estructura de edad de la población, que además se ve magnificado por la notable baja en la abundancia, lo que ya ha sido mencionado por Martínez *et al.* (1991) en el sentido que la baja en la frecuencia de desove durante los picos de desove conjuntamente con los antecedentes de censos de huevos llevados a cabo en 1990 por Braun *et al.* (en Martínez *et al.* op. cit.), indica según estos autores que a pesar que las sardinillas en forma individual hayan desovado normalmente, los cardúmenes que participaron se presentaron bastante disminuidos, lo que refleja el colapso en que se encuentra esta pesquería.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen las facilidades prestadas por la Empresa Pesquera Del Norte S.A., en especial al jefe de flota Sr. Franz Jeria y jefe de planta Sr. Oscar Fuentes quienes permitieron la realización de los muestreos rutinarios del material biológico. Durante la etapa de procesamiento de las muestras colaboraron activamente los estudiantes egresados de la Carrera de Biología Marina de la Universidad Arturo Prat Srta. Katia Pizarro y Srs. Guillermo Guzmán, Jorge Saavedra y Mario Calderón.

El presente estudio fue financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico FONDECYT, Proyecto 92/307.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, V.H.; Goldberg, S.R. & J. Alheit. 1984. Histología de folículos post ovulatorios de la sardina (*Sardinops sagax*) del Perú. Boletín del Instituto del Mar del Perú, Callao-Perú, 8(1):1-15.
- Alheit, J.; Alarcón, V.H. & B.J. Macewicz. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 25:43-52.
- Claramunt, G. & G. Herrera. 1988. Frecuencia de desove y fecundidad parcial de *Sardinops sagax* en dos períodos reproductivos 1988. Informe final. Programa INPESCON 1988. Universidad Arturo Prat, Depto. Ciencias del Mar, Iquique, Chile. 18 pp.
- Claramunt, G.; G. Herrera, G.; Palape, I. & E. Zagals. 1990. Duración e intensidad del período de desove de 1990 de *Sardinops sagax* en la zona norte. Informe final. Programa INPESCON 1990. Universidad Arturo Prat, Depto. Ciencias del Mar, Iquique, Chile. Documentos técnicos 44A (1):27pp.
- Claramunt, G.; G. Herrera, G. & P. Pizarro. 1993. Fluctuaciones de la fecundidad parcial en sardina española (*Sardinops sagax*) durante la época principal de desove de 1990, en la zona norte de Chile. Scientia Marina, 57(1):9-14.
- DeMartini, E.E. & R.K. Fountain. 1981. Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the quenfish, *Seriplus politus*: Attributes representative of serial spawning fishes. Fishery Bulletin, U.S. 79(3):547-560.
- Fuenzalida, R. 1992. Anomalías oceanográficas y meteorológicas durante el desarrollo de El Niño 1991-92 en la zona de Iquique (20°18'S). Investigación Pesquera, (Chile), 37:67-72.
- Goldberg, S.R.; Alarcón, V.H. & J. Alheit. 1984. Post-ovulatory follicle histology of the pacific sardine, *Sardinops sagax*, from Perú. Fishery Bulletin, U.S. 82(2):443-445.
- Herrera, G. & G. Claramunt. 1987. Frecuencia de desove y fecundidad parcial en *Sardinops sagax* musica. Informe final. Programa INPESCON 1987. Depto. Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat. 22 pp.
- Herrera, G.; Claramunt, G.; Palape, I. & E. Zagals. 1989. Caracterización de cardúmenes desovantes de sardina española en la zona norte. Programa INPESCON 1989. Universidad Arturo Prat, Depto. Ciencias del Mar, Iquique, Chile, Documentos técnicos 34A(02):1-19.

- Herrera, G. & G. Claramunt. 1990. Estimaciones de la fecundidad parcial y frecuencia de desove de *Sardinops sagax* durante 1987 y 1988, en el norte de Chile. Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Serie: Ciencias del Mar, 1:55-68.
- Hunter, J.R. & S.R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, U.S. 77(3):641-652.
- Hunter, J.R. & B.J. Macewicz. 1985a. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax* (R. Lasker, Ed.) NOAA Technical Report, National Marine Fisheries Service 36:79-94.
- Hunter, J.R. & B.J. Macewicz. 1985b. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, U.S. 83(2):119-136.
- Le Clus, F. 1979. Dry mass of yolked oocytes of the south west african pilchard *Sardinops ocellata* in relation to maturity stages and spawning cycles, 1972-1974. Investigation Report Sea Fisheries Branch South Africa, 119:1-29.
- Martínez, C.; Salazar, C. & G. Bohm. 1984. La pesquería cerquera ejercida en la zona norte de Chile y su relación con los cambios biológicos-pesqueros asociados al fenómeno de "El Niño" 1982-1983. Taller internacional de el fenómeno El Niño 1982-1983. Guayaquil, Ecuador. Diciembre, 1983. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Revista Pacífico Sur, 15:203-221.
- Martínez, C.; Aranis, A.; Estrada, C.; Barria, P.; Bohm, G.; Erbs, V.; Oliva, J.; Orellana, M.E.; Bocic, V.; Reyes, M.; Avila, M. & E. Estay. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona norte (I - IV región) 1986. Estado de situación del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corporación de Fomento de la Producción (AP 87/6). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 219 p.
- Martínez, C.; Bohm, G. & L. Caballero. 1989. La pesquería pelágica de la zona norte de Chile y su relación con las condiciones ambientales. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Boletín ERFEN. 29:31-36.
- Martínez, C.; Caballero, L.; Bohm, G.; Gili, R.; Bocic, V.; Oliva, J.; Barria, P. & R. Serra. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías pelágicas zona norte (I-IV región). Corporación de Fomento de la Producción. (SGI-IFOP 91/8). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 94 p.
- Martínez, C.; Caballero, L.; Bohm, G.; Oliva, J.; Gili, R.; Bocic, V.; Barria, P. & R. Serra. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías pelágicas zona norte. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 92/1). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 51 p.
- Oliva, J.; Barañados, J. & M. Tirado. 1989. Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986. Memorias del simposio internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el pacífico sudeste, Viña del Mar, Chile, 9-13 mayo. 1988. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Revista Pacífico Sur (Número especial):341-348.
- Padilla, C.; Herrera, G. & J. Zambrano. 1990. Revisión de la primera madurez sexual de la sardina española en relación a talla y edad. Investigaciones Científicas y Tecnológica, Serie: Ciencias del Mar, 1:69-79.

- Parrish, R.H.; Mallicoate, D.L. & R.A. Klingbeil. 1986. Age dependent fecundity, number of spawning per year, sex ratio and maturation stages in northern anchovy. *Fishery Bulletin*, U.S. 84(3):503-517.
- Pizarro, P. 1990. Influencia de la estructura de tallas en la época y longitud de desove de sardina española (*Sardinops sagax*) en la zona norte de Chile. Tesis de grado para optar al título de Biólogo Pesquero. Universidad Arturo Parat, Chile, Departamento Ciencias del Mar. 82 p.
- Retamales, R. & L. González. 1983. Fecundidad de sardina española (*Sardinops sagax musica*). Corporación de Fomento de la Producción (AP 84/5). Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 30 p. + anexo.
- Serra, J.R.; Rojas, O.; Aguayo, M.; Inostroza, F. & J. Cañón. 1979. Sardina española (*Sardinops sagax musica*, De Buen). En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción (AP 79/18). Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 52 p.
- Serra, J.R. & A. Zuleta. 1982. La pesquería pelágica: Antecedentes. En: Segundo seminario taller Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovable: recursos biológicos marinos. J.C. Castilla (Ed.). Monografía Biológica, 2:19-3.
- Stauffer, G. D. & S. Picquelle. 1980. Estimates of the spawning biomass of the central subpopulations of northern anchovy. Southwest Fisheries Center Administrative. Report N° Lj-80-09,41 p.
- Wallace, R. & K. Selman. Cellular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleosts. *American Zoology*, 21:325-343.