



ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# INFORME

Nº 137

Setiembre, 1998

**Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos  
BIC José Olaya Balandra 9805-06 de Tacna a Máncora (Piura)**



*Con apoyo del Programa de  
Cooperación Técnica para la Pesca  
CEE-VECEP ALA 92/43*

Callao, Perú

# VARIABILIDAD REPRODUCTIVA Y FECUNDIDAD PARCIAL DE LA SARDINA, *SARDINOPS SAGAX SAGAX*, EN OTOÑO 1998. CRUCERO BIC JOSÉ OLAYA BALANDRA 9805-06 DE TACNA A MÁNCORA

*Angel Perea de la Matta<sup>1</sup>*

## RESUMEN

PEREA, A. 1998. Variabilidad reproductiva y fecundidad parcial de la sardina, *Sardinops sagax sagax*, en otoño 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9805-06 de Tacna a Máncora. Inf. Inst. Mar Perú 137: 66-71.

Se muestra la variabilidad reproductiva de la sardina menor a 22 centímetros de longitud total, identificándose los ovocitos inmaduros, pre-vitelogénicos, vitelogenados, maduros e hidratados así como el folículo post-ovulatorio. Se compara el estado reproductivo de individuos juveniles en dos épocas distintas. Se registraron individuos maduros a los 17 centímetros y desovantes (con folículos post-ovulatorios) a los 18 centímetros. Se comprobó que la sardina comenzó a madurar a más temprana edad o talla debido probablemente a las condiciones ambientales creadas por el evento El Niño 1997-98 que inició el proceso de maduración.

Se estimó la fecundidad parcial de la sardina en 14 342 ovocitos; el rango fluctuó entre 3 323 y 54 326 ovocitos por bache de desove cuya distribución de tallas estuvo comprendida entre 19 y 21 cm de longitud. El tamaño de la muestra fue de 26 individuos.

PALABRAS CLAVE: sardina peruana, desove, reproducción, ovocitos, mar peruano, El Niño 1997-98.

## ABSTRACT

PEREA, A. 1998. Reproductive variability of Peruvian Sardine, *Sardinops sagax sagax*, in Autumn 1998. Cruise RV José Olaya Balandra 9805-06 from Tacna to Mancora. Inf. Inst. Mar Perú 137: 66-71.

The sardine reproduction variability is shown for a length minor to 22 cm., immature, previtelogenic, vitelogenic, mature, immature and hydrated oocytes, and post-ovulatory follicles were identified. The reproductive state of younger individuals in 2 different periods are compared, mature individuals of 17 cm and spawning with post-ovulatory follicles of 18 cm were recorded. It was verified that the sardine started to mature at the age or size probably more early, due to environmental conditions created by ENSO beginning the maturation process.

Peruvian Sardine, batch fecundity was estimated in 14 342 oocytes per batch per female. Length distribution oscillated between 19 and 21 cm length. The number of the sample was 26.

KEY WORDS: Peruvian Sardine, spawning, reproduction, oocytes, Peruvian sea, El Niño 1997-98.

## INTRODUCCIÓN

La sardina (*Sardinops sagax sagax* (JENYNS)), es un clupeido de gran importancia comercial en la pesquería pelágica. Las capturas están destinadas tanto para el uso industrial como para el consumo humano directo.

Reproductivamente esta especie pertenece al grupo de los desovadores parciales, es decir, madura y desova por «baches» o «tandas» durante todo el año (ALHEIT 1989). Sin embargo, de acuerdo a los

resultados del monitoreo del estado reproductivo que el IMARPE realiza en todo el litoral, esta especie presenta dos períodos de mayor actividad reproductiva: uno en invierno y otro en el verano cuya duración e intensidad están reguladas por las características bióticas y abióticas del ecosistema marino.

Justamente las características anómalas del ambiente marino ocasionadas por el evento El Niño 1997-98, han traído cambios en el comportamiento reproductivo de esta especie y al parecer cambios en la talla de primera madurez.

<sup>1</sup> Laboratorio de Biología Reproductiva. DGIRH. IMARPE.

En el presente trabajo se estudia, mediante análisis microscópicos, el estado reproductivo de la sardina menor de 22 centímetros que se encontró, no sólo madurando, sino desovando a tallas en las que en condiciones normales todavía no ha iniciado su proceso de madurez. Se plantean las posibles causas de este proceso reproductivo que en un principio parece ser sólo de carácter temporal.

Así mismo se calculó la fecundidad parcial con los individuos que se encontraron en la condición sexual de hidratados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se colectaron ovarios de sardina en la zona norte en el área comprendida entre los grados 8 y 9 S durante el crucero BIC José Olaya 9805-06, cuyas tallas fluctuaron entre 16 y 21 centímetros. Luego los ovarios fueron extraídos y fijados en formol bufferado al 10%. En el laboratorio se efectuó el procesamiento histológico y análisis del desarrollo ovocitario, utilizando la técnica de infiltración en parafina (HUMASON 1979). Con el uso de un microtomo de rotación los cortes se realizaron a 7 micras de espesor y la tinción de las láminas se efectuó con hematoxilina-eosina. Las secciones histológicas se analizaron bajo un microscopio compuesto, identificándose los diferentes tipos de ovocitos, de acuerdo a la clasificación propuesta por HUNTER y GOLDBERG (1980).

Adicionalmente se incluyen, con fines de comparación, los resultados obtenidos en el Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos del BIC Humboldt 9803-05, cuyas tallas fluctuaron entre 17 y 21 centímetros de longitud total las cuales fueron procesadas y analizadas de la misma manera.

Por otro lado se colectaron 26 hembras comprendidas entre 19 y 21 centímetros con ovarios en estado de hidratación. Estos individuos fueron medidos en su longitud total, registrándose el peso total eviscerado. En el laboratorio los ovarios fueron pesados con una balanza digital de 0,01 g de precisión. Los ovarios hidratados fueron sometidos al análisis histológico para el descarte respectivo. El conteo de los ovocitos se realizó según la metodología descrita por HUNTER y GOLDBERG (1980) y HUNTER *et al.* (1985). Esta misma metodología fue utilizada y descrita para la sardina peruana por ALEGRE y ALHEIT (1986).

El cálculo de la fecundidad parcial fue relacionado con el peso eviscerado.

## RESULTADOS

### Desarrollo ovocitario

En la Fig. 1 se muestra comparativamente el desarrollo ovocitario registrado durante los cruceros BIC Humboldt 9803-05 y BIC José Olaya Balandra 9805-06. Se observan dos estados reproductivos distintos. Durante el Crucero 9803-05 se registraron individuos con ovarios inmaduros 25,6% (con ovocitos inmaduros); 23,1% con ovocitos pre-vitelogenados; 7,7% en madurez (con ovocitos vitelogenados) y principalmente ovarios maduros 43,6% (con ovocitos maduros). En el crucero BIC José Olaya 9805-06 se verificaron mayoritariamente individuos con ovocitos maduros (36,2%) y desovantes (49,3% con folículos post-ovulatorios y/o con ovocitos hidratados).

Se observaron ovocitos maduros que caracterizan al ovario en estado maduro, en individuos a partir de los 17 centímetros de longitud total. El folículo post-ovulatorio que tipifica al ovario en estadio desovante se registró en individuos a partir de 18 centímetros de longitud total.

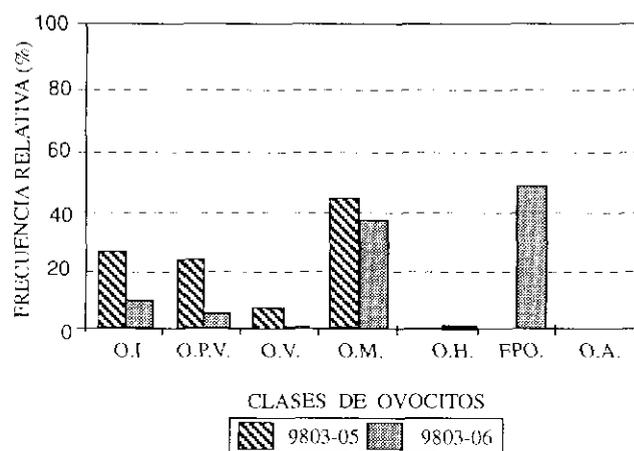


FIGURA 1. Desarrollo ovocitario de la sardina durante los Cruceros 9803-05 y 9805-06

- O.I. Ovario con ovocitos inmaduros
- O.P.V. Ovario con ovocitos pre-vitelogénicos
- O.V. Ovario con ovocitos vitelogenados
- O.M. Ovario con ovocitos maduros
- O.H. Ovario con ovocitos hidratados
- F.P.O. Ovario con folículos post-ovulatorios
- O.A. Ovario con ovocitos atrésicos

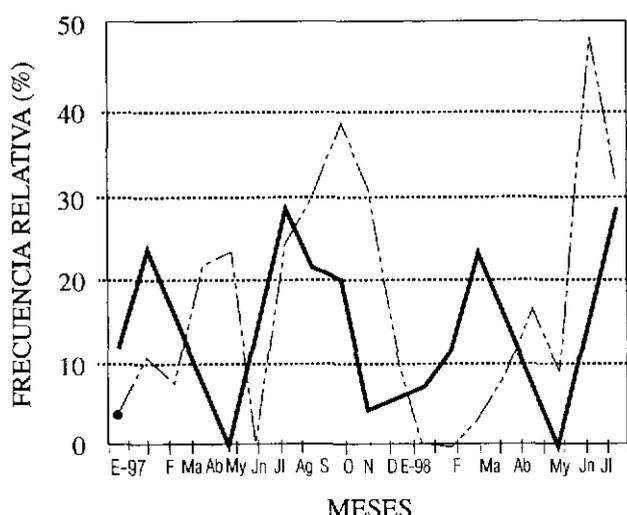


FIGURA 2. Fracción desovante (hembras con FPO y ovocitos hidratados) de sardina durante los últimos meses en comparación al patrón microscópico establecido (—).

En la Fig. 4 se observan los ovocitos maduros, pre-vitelogenados e inmaduros. Es característico en esta especie que el ovocito maduro avanzado presente células foliculares muy desarrolladas y una gran gota oleosa. Es indudable que el notorio desarrollo de estas células foliculares, adoptando formas columnares, típico en esta especie, guarda relación con el proceso de maduración ovocitaria puesto que estas son las encargadas de incorporar la proteína al interior de los ovocitos para la formación de los gránulos de vitelo, mientras que en el ovario desovante (Fig. 5) se visualizan los folículos post-ovulatorios, ovocitos hidratados y ovocitos en estado inicial de madurez. Nótese en la Fig. 5 que el folículo de los ovocitos vitelogenados es una capa delgada, mientras que en un ovocito maduro avanzado (Fig. 4) las células foliculares son más desarrolladas.

### Comportamiento reproductivo

Durante estas evaluaciones es importante localizar el momento reproductivo en el que las especies se encuentran. En este sentido, y gracias al sistemático análisis histológico de gónadas, se ha descrito el ciclo reproductivo de la sardina mediante un patrón de desove microscópico constituyéndose en una herramienta precisa para describir temporalmente la variación de la fracción desovante (hembras con folículos post-ovulatorio y/o ovocitos hidratados). En la Fig. 2 se muestran las variaciones de la fracción desovante durante los últimos meses, mostrándonos que esta especie se encontraba durante marzo y abril de 1998 (Crucero BIC. Humboldt 9803-05) en un

momento reproductivo diferente a lo registrado durante mayo y junio de 1998 correspondiente al crucero BIC José Olaya 9805-06. Igualmente se visualiza, en comparación al patrón establecido, que esta especie ha mostrado un comportamiento reproductivo distinto al patrón normal.

### Fecundidad

La fecundidad parcial estimada fue de 14 342 ovocitos por bache de desove (Fig. 3). Al relacionar el número de ovocitos con el peso eviscerado la función lineal fue la que mejor se ajustó, la cual fue:  $1441,8x - 63182$ ; con un  $r = 0,6$ . El peso eviscerado fluctuó entre 48 y 66 g, mientras que los pesos de los ovarios hidratados variaron entre 2,55 y 27,70 g.

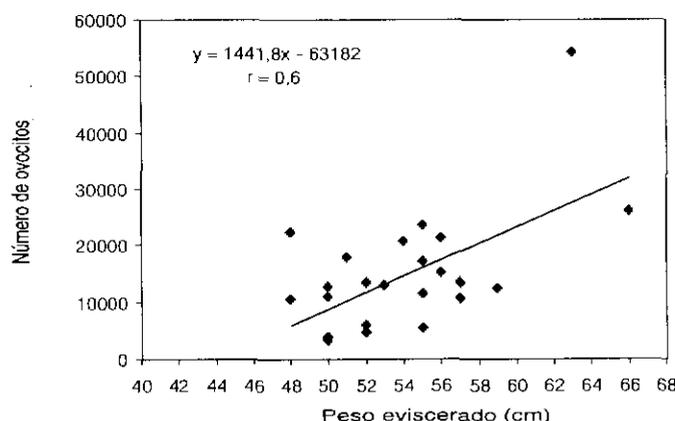


FIGURA 3. Relación entre la fecundidad parcial y peso eviscerado de la "sardina" *Sardinops sagax sagax*

## DISCUSIÓN

### Maduración temprana

Durante los muestreos de rutina, en las colectas para el análisis histológico de ovarios generalmente se cogen gónadas de individuos a partir de 22 centímetros de longitud total, por encontrarse los individuos de menor talla en estado virginal, siendo considerados estos como juveniles.

Sin embargo, en el verano de 1998 se observó macroscópicamente que ejemplares «juveniles» (menores de 22 cm) se encontraban maduros e inclusive desovando. Estas observaciones fueron confirmadas durante la presente investigación al analizar microscópicamente los ovarios de estos individuos, encontrándose efectivamente ovocitos vitelogenados, maduros y folículos post-ovulatorios; esta última es la estructura citológica que permanece en el ovario lue-

go que las hembras han desovado. Igualmente se pudo apreciar a los ovocitos hidratados momentos antes del desove (Figs. 4 y 5).

El análisis de la edad mediante las lecturas de los otolitos mostraron que estos individuos eran efectivamente juveniles y no se trataba entonces de ejemplares que habían retardado su crecimiento. Al parecer el calentamiento anómalo causado por El Niño 1997-98 ha creado las condiciones propicias que han iniciado el proceso de maduración a temprana edad. Este comportamiento quizá responda a una estrategia de la especie ante condiciones excepcionales mostrando la alta plasticidad reproductiva que se ve influenciada por cambios del ambiente y en las condiciones alimenticias ALHEIT (1989).

Los mecanismos que desencadenan el inicio de la maduración son diversos y complejos, los cuales incluyen factores bióticos y abióticos, extrínsecos e intrínsecos para las especies. En este sentido POTTS y WOTTON (1984) dan cuenta de que un organismo al encontrarse ante un inevitable stress tiene como resultado un crecimiento más lento que alteraría su edad y talla de primera madurez, madurando a una talla más pequeña. Igualmente, mediante un modelo de la historia de vida, resuelve la controversia sobre si la

edad y talla de madurez están genética o ambientalmente determinadas concluyendo que efectivamente tanto los genes como el ambiente son determinantes, teniendo cada uno de ellos una influencia particular. En este caso, al parecer el ambiente ha sido el que mayor influencia ha tenido durante la maduración en individuos a menores tallas a las observadas, cabiendo la posibilidad de que esta característica sea de carácter temporal, en la medida que las condiciones ambientales se normalicen y que nuevas camadas se desarrollen en ambientes normales.

Otra de las características producidas por el evento El Niño, ha sido la presencia de un mayor número de predadores, como lo ocurrido en 1982-83 en el área donde se distribuye esta especie como por ejemplo el falso volador (ARNTZ y FAHRBACH 1996). Durante esta investigación el falso volador ha estado presente en un gran número de lances. En este sentido, en algunas poblaciones de peces, la talla de madurez es variable. Estas variaciones han sido correlacionadas con la presencia de peces predadores así como el nivel de la oferta alimentaria la cual puede constituir un factor crítico que influye en la talla de madurez (POTTS y WOOTTON 1984). De manera que este podría resultar ser otro

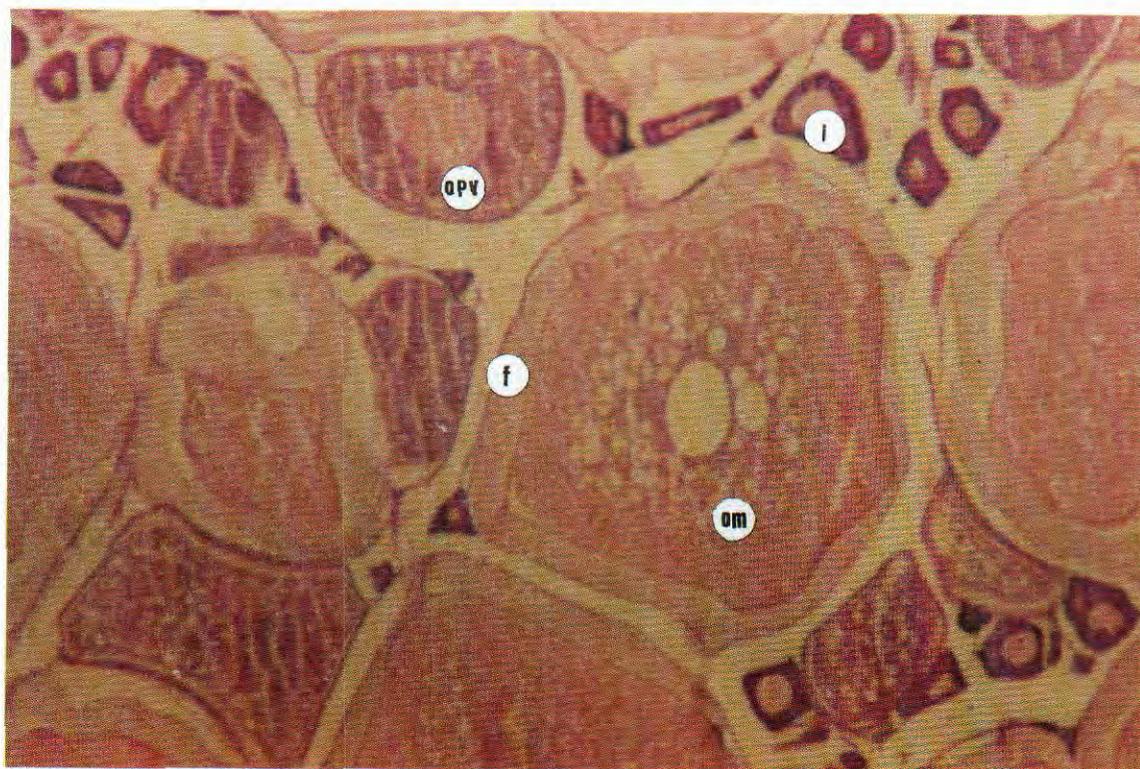


FIGURA 4. Ovario maduro de sardina. Se observa los ovocitos inmaduros (i), ovocitos pre-vitelogenados (opv); ovocitos maduros (om) y capa folicular (f). 100 X.

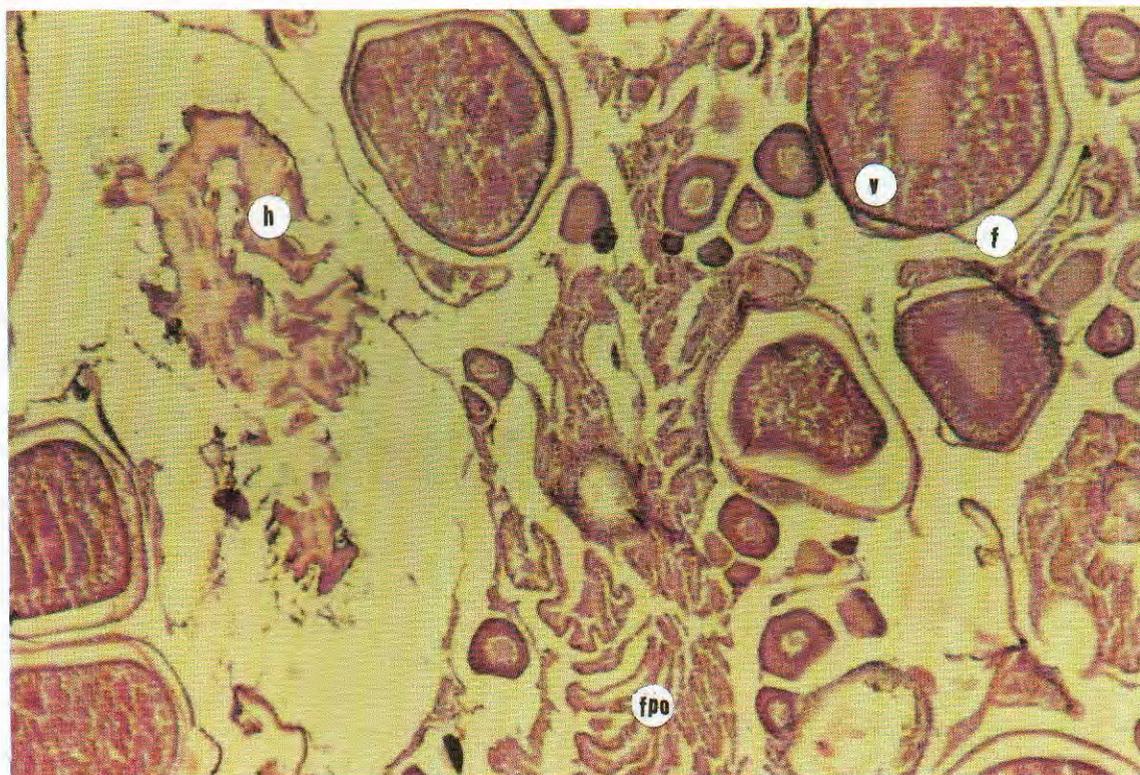


FIGURA 5. Ovario desovante de sardina. Se observa los ovocitos vitelogenados (v), ovocitos hidratados (h); capa folicular (f) y folículo post-ovulatorio (fpo) del día 0. 100 X.

factor influyente a tomar en cuenta durante estas observaciones.

### Estado reproductivo

Por otro lado, durante la presente investigación, se observó que los cardúmenes de sardina eran fundamentalmente juveniles a lo largo del litoral, con un rango que fluctuó entre 8 y 21 centímetros con una talla modal en 19 centímetros (ÑIQUEN *et al.*, en este informe), razón por la cual no fue posible realizar comparaciones entre estos «juveniles» y los adultos propiamente dichos. En base a investigaciones anteriores, BUITRÓN y PEREA(\*) determinaron que durante las estaciones principales de desove los grupos de adultos de talla pequeña entran en el proceso de maduración, mientras que en otros periodos sólo los individuos más longevos lo hacen y éstos son justamente los que mantienen el desove de esta especie a lo largo del año. Bajo esta premisa, la sardina se en-

contraría en un período de intensa actividad reproductiva al encontrarse los individuos más pequeños en desove. Así mismo, HUNTER y MACEWICZ (1985) mostraron en la población natural de la anchoveta del norte *Engraulis mordax*, que la tasa de ovarios con ovocitos atrésicos fue más del 50% cerca del final de la estación de desove y que las hembras más jóvenes que desovan por primera vez, como lo observado durante la presente investigación, tienen una estación más corta que las de mayor edad. Este conocimiento confirma que esta especie durante mayo y junio se ha encontrado en un período de máxima actividad reproductiva puesto que el análisis del desarrollo ovocitario mostró la ausencia de ovocitos atrésicos. Igualmente estos resultados fueron corroborados al compararlos con el análisis del seguimiento reproductivo, donde se evidencia que efectivamente los individuos mayores de 22 cm se encontraban madurando e incrementando la fracción desovante.

Desde otro punto de vista AYÓN y QUESQUÉN (en este informe) muestran, mediante análisis de ictioplancton, que efectivamente en la zona norte donde se realizó el estudio se localizaron núcleos

(\*) Informes internos sobre el desarrollo ovocitario de anchoveta y sardina. IMARPE, 1997.

de desove, indicándonos que la sardina se encontraba desovando.

### Fecundidad

La fecundidad parcial estimada corresponde sólo a una fracción desovante (19 a 21 centímetros) que en este caso es el grupo más importante durante la presente evaluación (ÑIQUEÑ *et al.*, en este informe).

De manera que este cálculo a pesar de no haber evaluado a los individuos más grandes, es importante por ser la primera vez que se registran estos resultados en la sardina «juvenil» y en un momento especial post-Niño. De esta manera, es muy probable que el aporte de huevos al ictioplacton durante la presente evaluación, esté dado mayoritariamente por estos individuos pequeños.

### CONCLUSIONES

1. Se identificaron los ovocitos inmaduros, previtelogenados, vitelogenados, maduros, hidratados y folículo post-ovulatorios en la sardina.

2. Se encontró a la sardina madurando a partir de los 18 centímetros y desovando a partir de los 19 centímetros de longitud total.

3. La fecundidad parcial promedio fue de 14 342 ovocitos por bache de desove.

### Referencias

- ALEGRE, B y J. ALHEIT 1986. Un nuevo método para la determinación de la fecundidad de la sardina peruana (*Sardinops sagax*). Bol. Inst. Mar Perú: 10 (3).
- ALHEIT, J. 1989. Comparative spawning biology of anchovies, sardines and sprats. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 191: 7-14.
- ARNIZ, W. y E. FAHRBACH. 1996. El Niño: Experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura Económica. México. 312 pp.
- AYÓN, P. y R. QUESQUÉN. 1998. El ictioplacton frente al litoral peruano a fines de otoño 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9805-06 de Tacna a Máncora (en este informe).
- HUMASON, G. L. 1979. Animal tissue techniques. Fourth edition. W.H. Freeman Co. San Francisco. 661 pp.
- HUNTER, J. y S. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. U. S. 77:641-652.
- HUNTER, J., N. LO y R. LEONG. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. LASKER (De.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy (*Engraulis mordax*). NOAA Technical Report NMFS, 36: 79-94.
- HUNTER, J. y B. MACEWICZ. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy (*Engraulis mordax*). Fish Bull. U.S. 83 (2) 119-136
- ÑIQUEÑ, M., A. ECHEVARRÍA, M. BOUCHÓN, J. QUIÑONES, J. VALDEZ y S. CAHUÍN. 1998. Cambios biológicos observados en los principales recursos pelágicos durante otoño de 1998 en el mar peruano (en este informe).
- POTTS, G. y R. WOOTTON 1984. Fish reproduction. Strategies and tactics. Academic Press. San Diego. 384 pp.