

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO EMBRIONARIO Y CRECIMIENTO INICIAL DE LAS LARVAS DE LA SARDINA ESPAÑOLA, *SARDINOPS SAGAX MUSICA*, EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Marta Garretón* y Fernando Balbontín*

ABSTRACT. The effect of temperature on the embryonic development and initial growth of larvae of the Spanish sardine, *Sardinops sagax musica*, was studied in the laboratory. The hatching process occurred normally at 10.7°C. Larvae reared below 12.5° failed to complete the eye pigmentation.

Hatching time and time to complete the eye pigmentation in larvae decreased exponentially with increasing temperature. Larval length at hatching was 3.77 mm, independently of the incubation temperature of the eggs. The maximum length attained by the larvae during the yolk absorption period was apparently influenced by temperature.

INTRODUCCION

Las etapas embrionaria y larval representan el período más crítico en la vida de un pez (Hela y Levasteau 1962). Uno de los factores determinantes del tiempo de incubación de los huevos planctónicos es la temperatura. El efecto que ella tiene en la duración de la etapa embrionaria ha sido descrito en numerosos trabajos realizados en varias especies de peces, entre los que cabe mencionar los de la sardina del Pacífico Norte, *Sardinops caerulea* (Girard). Para esta especie se ha determinado la relación entre la temperatura y el tiempo de desarrollo de los huevos en base a muestreos planctónicos

* Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

(Ahlstrom 1943) y mediante observaciones experimentales en el laboratorio (Lasker 1964). En los huevos y larvas de la especie chilena *Sardinops sagax musica* (Girard) este tipo de estudio aún no se había realizado.

Los objetivos del presente trabajo son determinar en forma experimental el efecto que tiene la temperatura en el tiempo de desarrollo de los huevos de la sardina española, en el crecimiento inicial de las larvas y en la secuencia de aparición de los caracteres larvales.

MATERIAL Y METODOS

Obtención de las muestras

Los huevos de sardina española utilizados en los experimentos se obtuvieron mediante pescas planctónicas realizadas en el área de Montemar, Valparaíso (32°57'Lat. S., 71°33'Long. W.) a dos millas del laboratorio. Las pescas se realizaron entre 1975 y 1977, en diferentes épocas del año tanto de día como de noche. El procedimiento empleado en la obtención de las muestras fue el mismo descrito por Balbontín y Garretón (1977). Los valores extremos de la temperatura superficial en el lugar de muestreo fueron 13 y 15,5°C.

Una vez llegada la muestra al laboratorio, el material de huevos planctónicos se separó de inmediato en cinco fases de desarrollo embrionario, utilizando la clasificación propuesta por Fischer (1958). En la determinación del tiempo de duración de estas fases, se emplearon sólo los huevos que estaban en desarrollo encipiente.

Condiciones experimentales

Los huevos ya agrupados por fases, se colocaron en vasijas de vidrio de 2l, las que contenían agua de mar filtrada con lana sintética y carbón activado, y a una temperatura semejante a la existente en el mar en el momento de obtenerse las muestras planctónicas.

Se realizó una serie de experimentos fijando simultáneamente cuatro niveles de temperatura, la que se mantuvo constante mediante baños termorregulables. Las temperaturas mínima y máxima utilizadas fueron 8,8 y 22,0°C. Este rango es ligeramente superior a los valores promedios hallados en el área de distribución de los adultos de esta especie. Los promedios de las temperaturas costeras para el verano son 21°C en Arica (18°28'Lat. S.) y 14°C en la Isla Mocha (38°23'Lat. S.). Los promedios para el invierno son, para las mismas localidades, 16° y 11°C respectivamente (Inostroza 1972). Se ha detectado desove por lo menos hasta los 37°Lat. S. (Serra y Rojas 1981).

Para determinar el crecimiento de las larvas y su tamaño al eclosionar, se midió su longitud total. En el estudio del desarrollo larval se tomó en cuenta principalmente el grado de pigmentación del ojo y además, la formación de la mandíbula. A las larvas no se les suministró alimento en esta serie de experimentos.

El número de huevos en cada vasija de cultivo varió de acuerdo a la frecuencia por fase de desarrollo embrionario en que éstos se hallaron en las muestras planctónicas estudiadas, siendo en mínimo 2 y el máximo 17. Los controles de la evolución del desarrollo embrionario se realizaron cada 1 hora y aquellos para determinar el desarrollo y el crecimiento de crías y prelarvas cada 12 o 13 horas. Se consideró como fin del período de incubación de los huevos la eclosión de la primera larva en cada vasija de cultivo. El tiempo desde la eclosión hasta la completa pigmentación del ojo se fijó cuando el 50% o más de las larvas en el acuario presentaban ese carácter.

Durante los experimentos, los huevos y larvas estuvieron sujetos a las fluctuaciones naturales de la luz exterior indirecta recibida a través de una ventana del laboratorio.

Paralelamente a los experimentos con temperatura controlada y sin suministro de alimento, se probó la factibilidad de alimentar las larvas de sardina española en el laboratorio. Alrededor de 3.000 huevos planctónicos se colocaron en un estanque con 850 l de agua de mar sin filtrar. El agua se renovó parcialmente durante los tres meses que duró la experiencia, manteniéndose una aireación constante. Se registró diariamente la temperatura en el estanque la que abarcó desde los 13,0°

$\pm 0,51$ durante el primer mes y los $15,5^\circ \pm 0,67$ en el tercer mes.

Inicialmente las larvas se alimentaron con zooplancton. En forma esporádica se les suministró en tres oportunidades, alrededor de 1.000 naupli de *Artemia salina* y en otras tres ocasiones 5.000 naupli de Cirripedia. Aunque esta experiencia no fue diseñada para determinar crecimiento larval, los datos obtenidos se entregan a modo de comparación con los resultados de los otros experimentos realizados.

RESULTADOS

Duración de las fases de desarrollo embrionario

Se relacionó la duración de las fases del desarrollo embrionario y el tiempo de incubación de los huevos hasta la eclosión con la temperatura del agua. A $8,8^\circ$ no se produjo la eclosión de los huevos. Esta se produjo normalmente entre los $10,7^\circ$ y los 22° , sin detectarse una temperatura máxima letal. La expresión matemática para esta relación correspondió a una ecuación exponencial negativa de la forma $y = \frac{a}{b^x}$, en que y representa las horas de incubación, x la temperatura en $^\circ\text{C}$ y a, b son constantes.

En la serie de muestreos planctónicos realizados durante el día y la noche, de ordinario la fase de desarrollo embrionario más temprana obtenida correspondió a la fase I avanzada (móru-la) o II inicial (formación del anillo germinal). Sólo en una ocasión se obtuvo huevos recién desovados, los que presentaban las primeras divisiones celulares. Estos huevos fueron incubados a tres niveles de temperatura, pudiendo determinarse la duración de la fase I, suponiendo que la fecundación se produjo a la hora correspondiente a la pesca planctónica. Con los datos así obtenidos se calculó la ecuación de la línea de regresión para esta fase y su utilizó para corregir en forma proporcional los valores incompletos del tiempo de incubación correspondiente a los otros experimentos. En las figuras 1 a 3 se graficó en escala logarítmica la relación entre el tiempo de incubación hasta la eclosión y la duración de las fases del desarrollo embrionario con la temperatura. La línea de

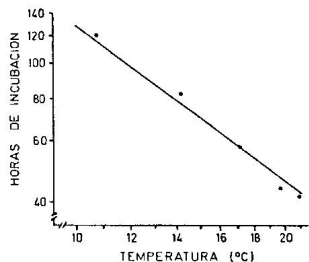


Fig. 1. Efecto de la temperatura en el tiempo de eclosión de los huevos de sardina española. Escala logarítmica.

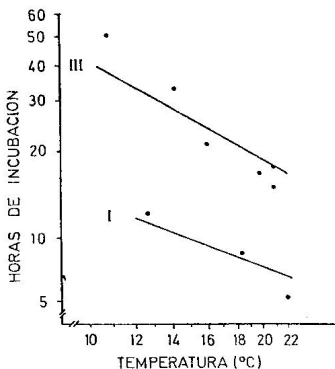


Fig. 2. Efecto de la temperatura en la duración de las fases de desarrollo embrionario I y III de la sardina española. Escala logarítmica.

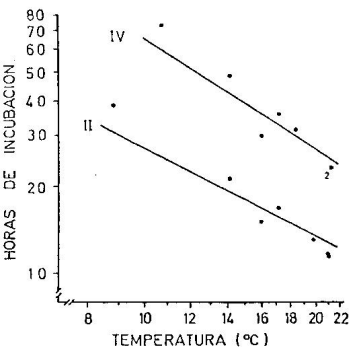


Fig. 3. Efecto de la temperatura en la duración de las fases de desarrollo embrionario II y IV de la sardina española. Escala logarítmica.

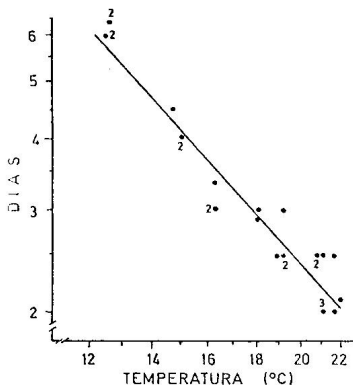


Fig. 4. Relación entre el tiempo para completar la pigmentación del ojo y la temperatura en las larvas de la sardina española. Cada punto representa la observación realizada en un acuario; (2) y (3) corresponden a puntos coincidentes. Escala logarítmica.

regresión calculada corresponde a una regresión funcional o regresión de la media geométrica por las ventajas que presenta sobre la regresión ordinaria (Ricker 1973). Los valores calculados para las líneas de regresión se resumen en la tabla 1. De acuerdo a estos resultados, el tiempo de incubación decrece exponencialmente con el aumento de la temperatura. Los valores extremos de temperatura utilizados en los experimentos señalan que a 10,7° la eclosión se produce a las 120,9 hrs y a 21,0° a las 41,5 hrs.

Tabla 1. Relación de la duración de las fases del desarrollo embrionario y del tiempo total de incubación de los huevos de la sardina española con la temperatura. ($Y = a X^b$; donde Y = tiempo de horas; X = temperatura en °C; a , b = constantes).

Fase	Ecuación	r
I	$Y = 79,3906 X^{-0,77074}$	-0,975
II	$Y = 283,7729 X^{-1,016197}$	-0,988
III	$Y = 552,0253 X^{-1,126967}$	-0,978
IV	$Y = 1.242,4588 X^{-1,272627}$	-0,971
Eclosión	$Y = 4.062,9268 X^{-1,497406}$	-0,997

Longitud total al eclosionar

Para determinar si había algún efecto de la temperatura de incubación en la longitud de las larvas al eclosionar, se compararon las larvas provenientes de huevos mantenidos a 3 temperaturas diferentes (tabla 2). A los valores promedios se les aplicó el test de t . Al comparar los datos obtenidos a 13° y 20°, se obtuvo $t = 0,875$; para 16,5° y 20° se obtuvo $t = 0,289$; ambos valores indican que no hay diferencias significativas en la longitud de las larvas al eclosionar ($p = 0,2$). Para el total de larvas ($n = 50$) se obtuvo una longitud total promedio de 3,77 mm \pm 0,03 E.E.

Desarrollo y crecimiento inicial de las larvas

La pigmentación del ojo y la formación de la mandíbula son caracteres con significado biológico que han sido utilizados para describir el desarrollo inicial en larvas (Lasker 1964).

Tabla 2. Longitud total (LT) al eclosionar de las larvas de sardina española provenientes de huevos incubados a diferentes temperaturas.

Temperatura °C	LT promedio	Error estándar	n
13	3,75	0,06	17
16,5	3,75	0,04	18
20	3,81	0,04	15

En la sardina española, la cría recién eclosionada carece de pigmento en el ojo y la boca no está formada. El momento en que se completa la pigmentación del ojo es seguido por la formación de una mandíbula funcional. La longitud máxima alcanzada por las larvas durante el período de reabsorción del vitelo se logra un poco después de que el ojo está completamente pigmentado. De no suministrarle alimento externo a la larva, se produce un decrecimiento en longitud y posteriormente la muerte.

Las crías provenientes de huevos en fase de desarrollo II incubados a 11,9° no completaron su desarrollo larval. A esta temperatura sólo alcanzaron a completar la pigmentación del ojo y la formación de la mandíbula las larvas provenientes de huevos capturados del plancton en fase IV inicial, es decir, la primera parte del desarrollo embrionario se realizó a una temperatura mayor de 11,9° (la temperatura superficial en el lugar en que se obtuvo la muestra fue 13,5°). Este rápido aumento de la temperatura es poco probable que la puedan experimentar los huevos en el ambiente natural en tan corto período de tiempo (horas). La temperatura mínima de incubación de los huevos y las larvas que permitió un desarrollo normal de los caracteres larvarios fue 12,5°. A esta temperatura el tiempo desde la eclosión hasta la completa pigmentación de ojo fue de 146 horas. A 22° este período fue de 55 horas.

En la fig. 4 se muestra la relación entre el tiempo necesario para completar la pigmentación del ojo y la temperatura en las larvas de la sardina española. Cada punto en la figura corresponde a las observaciones realizadas en una vasija de

cultivo. Al igual que en el tiempo de incubación de los huevos, el mejor ajuste para los datos correspondió a una ecuación de la forma $y = ab^x$. En esta situación se ha elegido la regresión ordinaria ya que la regresión funcional no es adecuada al tratarse de valores promediados (Ricker 1973). En este caso corresponde al nivel 50%. La transformación logarítmica de esta relación dio la siguiente expresión para la línea de regresión: $\log y = 2,817885 - 1,868952 \log x$ ($r = -0,967$).

En larvas mantenidas en acuarios individuales se controló periódicamente la longitud total desde la eclosión hasta el momento en que se produce el decrecimiento en longitud por falta de alimento. Con estos datos se dibujaron curvas de crecimiento individual a diferentes temperaturas (fig. 5). La longitud máxima alcanzada por la larva mantenida a 12,6° fue mayor que la de las larvas mantenidas a 18,1 y 22,0°. Los datos individuales fueron corroborados por los valores de las longitudes máximas promedio obtenidos en 9 vasijas de cultivo durante el período de reabsorción del vitelo (tabla 3). En general, se observa una mayor longitud en las larvas incubadas a temperaturas bajas e intermedias que en aquellas incubadas a temperaturas altas.

Tabla 3. Longitudes máximas promedio alcanzadas por las larvas de sardina española a diferentes temperaturas durante el período de reabsorción del vitelo.

Temperatura (°C)	Longitud promedio (mm)	Error estándar	Número
12,5	6,38	0,10	12
12,6	6,56		2
14,7	6,62	0,09	7
15,0	6,55	0,20	5
16,2	6,29	0,07	21
18,1	6,26	0,05	3
18,8	6,11	0,12	6
19,1	6,27	0,05	9
21,0	6,28		2
21,3	5,95	0,06	21
21,6	6,09	0,04	13
22,0	6,31		1

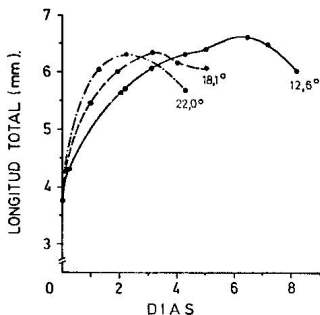


Fig. 5. Crecimiento individual de larvas de sardina española durante el período de reabsorción del vitelo

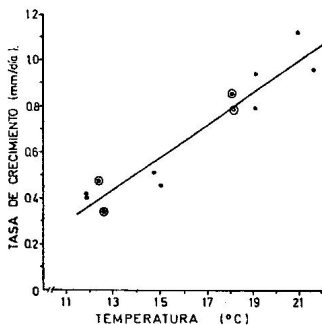


Fig. 6. Tasa de crecimiento diario en longitud de las larvas de sardina española durante el período de reabsorción del vitelo a diferentes temperaturas. Cada punto representa el promedio de un acuario, excepto los círculos que indican una observación individual.

Tasa de crecimiento inicial

De la serie de experimentos realizados a diferentes temperaturas, se obtuvo la tasa de crecimiento promedio diario de las larvas para el período comprendido desde la eclosión hasta la reabsorción del vitelo. Los datos indican que la relación entre la tasa de crecimiento y la temperatura corresponde a una recta de regresión de la forma $y = a + bx$ (fig. 6). Los puntos en la figura representan valores promedios para los grupos de larvas criadas en un mismo acuario a una temperatura dada, con excepción de 4 datos que corresponden a observaciones individuales (una larva por acuario). En esta situación también se ha elegido la regresión ordinaria (Ricker 1973). La ecuación correspondiente a la recta es $y = -0,4711 + 0,0701 x$ ($r = 0,957$).

Mantención de larvas con alimento

El experimento con carácter de preliminar para alimentar las larvas de la sardina española una vez reabsorbido el vitelo, demostró que esto es posible en condiciones de laboratorio. La cantidad de alimento suministrada fue sin duda muy baja para el número de larvas y el volumen de agua en el estanque utilizado. El crecimiento de algas sobre las paredes del estanque y el desarrollo de algunos organismos entre ellas, ayudó probablemente a la mantención de las larvas. En el contenido estomacal de una de ellas se identificaron estados juveniles de copépodos harpacticoides. La longitud total máxima alcanzada por las larvas al cabo de tres meses fue de 21,5 mm. Como referencia, se puede indicar que la tasa de crecimiento en las condiciones descritas fue aproximadamente la mitad de la correspondiente a las larvas durante el período de reabsorción del vitelo.

DISCUSION

Para la relación entre el tiempo de incubación de los huevos y la temperatura se obtuvo un buen ajuste al aplicar la ecuación matemática $y = a x^b$ utilizada por Lasker (1964) en los datos

de huevos de la sardina de California. Esta relación exponencial también ha sido empleada por Riley (1974), King *et al.* (1977), Hoestland y Devienne (1980) y Kuhlman y Quantz (1980) en otras especies de peces.

Dentro del rango de temperaturas utilizadas en los experimentos, se observó que la temperatura mínima a la que se produce normalmente la eclosión de los huevos es $10,7^{\circ}$. En cuanto a las larvas con vitelo, el límite mínimo para el desarrollo normal es $12,5^{\circ}$. No se detectó una temperatura máxima letal para el desarrollo de huevos y larvas. Por otra parte, a temperaturas bajas e intermedias se observó una tendencia en las larvas a alcanzar longitudes máximas mayores durante el período de reabsorción del vitelo. En la sardina de la costa de California, Lasker (1965) señala que si se considera como indicador la longitud máxima alcanzada por las larvas, la eficiencia de conversión de vitelo en tejido somático sería mayor a 16° que a 14° . En el caso del salmón chinook, Heming (1982) encontró que altas temperaturas reducen tanto la duración del período de absorción del vitelo como la cantidad total de energía disponible para el crecimiento tisular durante ese período, produciendo larvas más pequeñas. En la platija, *Pleuronectes platessa*, temperaturas altas reducen la tasa de crecimiento de las larvas con vitelo (Ryland *et al.* 1975). Sin embargo, esta situación aparentemente no se ve reflejada en la tasa de crecimiento promedio de las larvas de sardina española (fig. 6). Es probable que el rango de temperaturas utilizada en los experimentos haya sido insuficiente para detectar con mayor claridad el efecto señalado. En la sardina de la costa peruana, *Sardinops sagax sagax*, se ha detectado desove incluso a 27°C (Santander y Castillo 1977). Las limitadas observaciones del presente trabajo no permiten aplicar con mayor exactitud a la sardina española los planteamientos de los autores citados.

Se considera la predación como una de las principales causas de mortalidad larval (Hunter 1976). En este sentido, la temperatura tiene un efecto importante sobre los huevos y larvas. Se ha visto que la duración del período embrionario y la tasa de crecimiento larval son dependientes de la temperatura (considerando el resto de los factores dentro de límites normales). Si la predación es muy intensa durante la etapa

planctónica, el porcentaje de sobrevivencia se verá considerablemente afectado por el tiempo total en que la predación es posible (Graham 1956). A temperaturas altas, disminuye el tiempo en que los huevos y las larvas son susceptibles de ser predados. De acuerdo a los resultados obtenidos, los huevos de sardina española incubados a 18° estarían potencialmente sujetos a predación 70% del tiempo que aquellos incubados a 14°. En la costa de Chile, esta situación se puede presentar en primavera si se comparan las temperaturas de Iquique con las de Valparaíso. En esta última localidad, Balbontín y Garretón (1977) detectaron desove de la sardina española durante todos los meses del año.

Es interesante constatar la semejanza entre los resultados obtenidos en la sardina de la costa de Chile con aquellos de la sardina de California. El tiempo de incubación de los huevos determinados en el laboratorio por Miller (1952) en la especie del Hemisferio Norte se ajusta adecuadamente a la recta de regresión calculada para la especie chilena. También hay una buena concordancia con los datos experimentales de Lasker (1964) y los datos obtenidos del plancton por Ahlstrom (1954) en California. En efecto, los datos presentes concuerdan principalmente con los valores intermedios de temperatura versus tiempo de incubación determinados por Lasker y los datos de Ahlstrom correspondientes a temperaturas bajas. Cabe agregar que morfológicamente existe una gran similitud entre los huevos y larvas de ambas especies (Balbontín y Garretón 1977). La posición de De Buen (1958) de situarlas a nivel de subespecies (*Sardinops sagax musica* y *S. sagax caerulea*) se ve reforzada con estos antecedentes.

RESUMEN

Se estudió en el laboratorio el efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario y en el crecimiento inicial de las larvas de la sardina española, *Sardinops sagax musica*.

La temperatura mínima que permitió la eclosión de los huevos fue 10,7°C. El límite inferior para el desarrollo normal de las larvas con vitelo fue 12,5°. No se detectó una temperatura máxima letal, por lo menos hasta 22°.

El tiempo de incubación de los huevos decrece exponencialmente con el aumento de la temperatura. La misma relación exponencial se observa con el tiempo requerido para completar la pigmentación del ojo en las larvas.

La longitud total media de las larvas al eclosionar fue de 3,77 mm ($\pm 0,03$ E.E.). Esta longitud es independiente de la temperatura de incubación de los huevos.

La longitud máxima alcanzada por las larvas durante el período de reabsorción del vitelo varió de acuerdo a la temperatura de incubación. En general, se observa una mayor longitud en larvas mantenidas a temperaturas bajas e intermedias que en aquellas mantenidas a temperaturas altas.

El mejor ajuste para los datos de las tasas de crecimiento promedio diario para el período desde la eclosión hasta la reabsorción del vitelo en relación a la temperatura correspondió a una recta de regresión.

Se comprobó que es posible mantener en acuarios las larvas de sardina española durante tres meses utilizando alimento vivo.

REFERENCIAS

- Ahlstrom, E. Influence of temperature on the rate of development of 1943 pilchard eggs in nature. Spec.Sci.Rep. U.S. Fish Wildl.Serv.Fish. 23: 132-167.
- Ahlstrom, E. Distribution and abundance of egg and larval populations of 1954 the Pacific sardine. U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull. 56 (93): 81-140.
- Balbontín, F. y M. Garretón. Desove y primeras fases de desarrollo de la 1977 sardina española, *Sardinops sagax musica*, en Valparaíso. Rev. Biol.Mar., Valparaíso, 16 (2): 171-181.
- De Buen, F. Peces de la superfamilia Clupeoidae en aguas de Chile. Rev. 1958 Biol.Mar., Valparaíso, 8 (1-2-3): 83-110.
- Fischer, W. Primeras fases del desarrollo del blanquillo (*Prolatilus* 1958 *jugularis*) Cuv. et Val. (Pisces). Rev.Biol.Mar., Valparaíso, 8 (1-2-3): 3-24.
- Graham, M. Sea fisheries. Their investigation in the United Kingdom. E. 1956 Arnold (Publisher) Ltd., London, 487 pp.
- Hela, I. and T. Levastu. Fisheries hydrography. Fishing News (Books) Ltd., 1962 London, 137 pp.
- Heming, T. Effects of temperature on utilization of yolk by chinook salmon 1982 (*Oncorhynchus tshawytscha*) eggs and alevines. Can.J.Fish.Aquat. Sci. 39: 184-190.
- Hoestlandt, H. et A. Devienne. Précision sur la relation entre la durée 1980 d'incubation et la température chez le poisson téléostéen, *Perca fluviatilis* L. C.R. Acad.Sc., Paris, 290 série D: 1123-1125.
- Hunter, J. (Ed.). Report of a colloquium on larval fish mortality studies 1976 and their relation to fishery research, January 1975. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 395: 1-5.
- Inostroza, H. Atlas oceanográfico de Chile. Instituto Hidrográfico de la 1972 Armada. Publ. 3041: 1-21, 76 figs.
- King, D., M. O'Toole and A. Robertson. Early development of the South 1977 African maasbanker *Trachurus trachurus* at controlled temperatures. Fish.Bull.Div. Sea Fish.S.Afr. 9: 16-22.
- Kuhlman, D. and Q. Quantz. Some effects of temperature and salinity on 1980 the embryonic development and incubation time of the turbot, *Scophthalmus maximus* L from Baltic Sea. Meeresforschung Rep.Mar. Res. 28 (2-3): 172-178.
- Lasker, R. An experimental study of the effect of temperature on the 1964 incubation time, development, and growth of Pacific sardine embryos and larvae. Copeia 2: 399-405.
- Lasker, R. The physiology of Pacific sardine embryos and larvae. Rep. 1965 CCOFI, X: 96-101.
- Miller, D. Development through the prolarval stage of artificially ferti- 1952 lized eggs of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Calif. Fish Game 38 (4): 587-595.
- Ricker, W. Linear regressions in fishery research. J.Fish.Res.Board Can. 1973 30 (3): 409-434.
- Riley, J. The distribution and mortality of sole eggs (*Solea solea* L.) in 1974 inshore areas. En: The early life history of fish,; 39-52. J. Blaxter (ed.) Springer-Verlag, Berlin.

- Ryland, J., J. Nichols and A. Sykes. Effect of temperature on the embryonic
1975 development of the plaice, *Pleuronectes platessa* L. (Teleostei).
J.exp.mar.Biol.Ecol. 18: 121-137.
- Santander, H. y O.S. de Castillo. Variaciones en la intensidad del desove
1977 de la sardina *Sardinops sagax sagax* (J) en la costa peruana en
los años 1966-1973. Bol.Inot.Mar Perú 3 (3): 73-94.
- Serra, R. y O. Rojas. Cambios en la distribución espacial de *Sardinops*
1981 *sagax musica*, ¿un ejemplo de colonización? Jornadas Ciencias del
Mar, Chile: 89 (resumen).